كيف تعمل!

الآلات



ثقافة علمية عن طريق الممارسة

كيف تعمل

الآلات



إعداد: ديفيد جلوڤر

ترجمة: مركز التعريب والبرمجة

الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers

TWO CAN

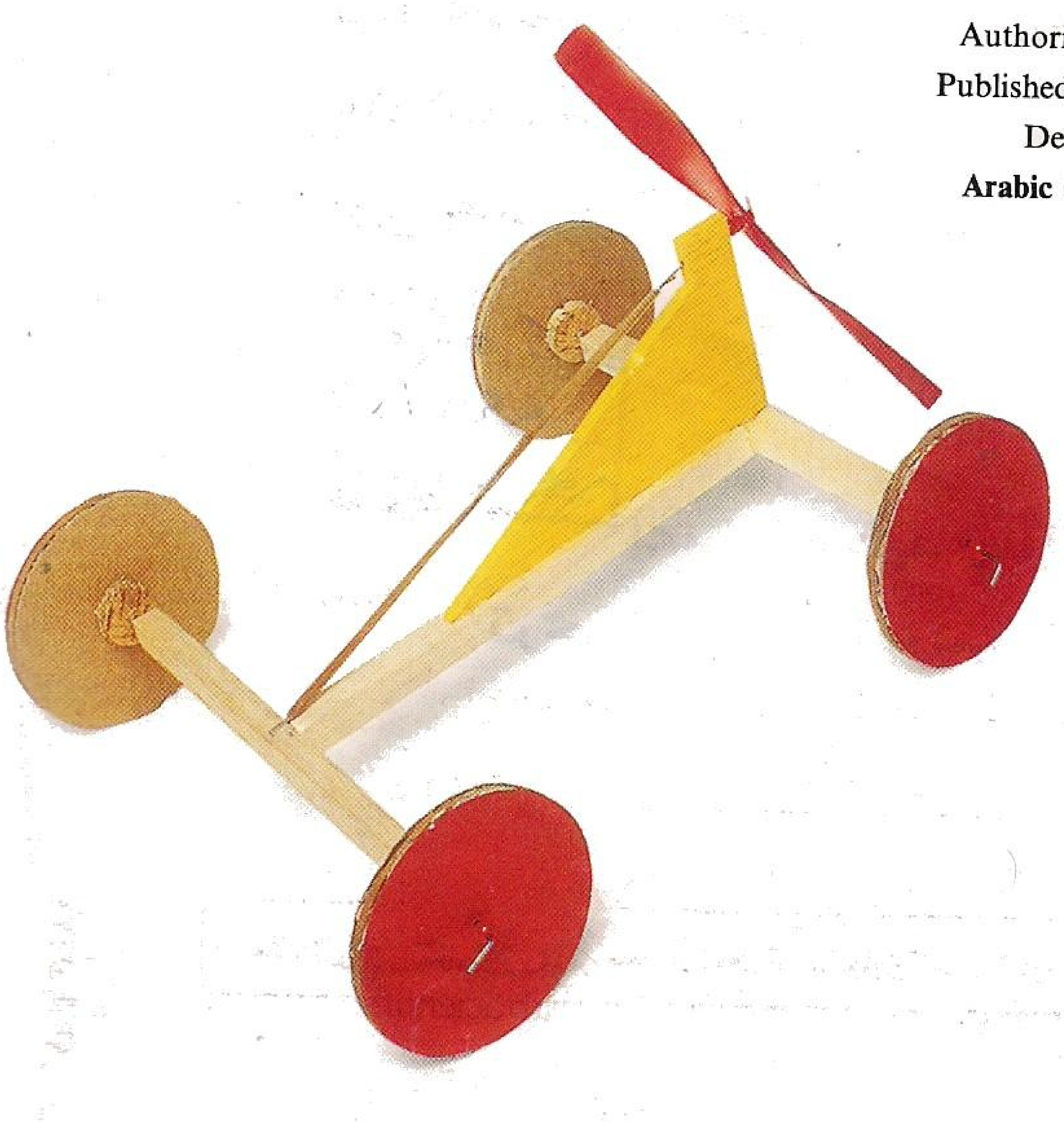
بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيمِ



الطبعة الأولى
1418 هـ ـ 1997م

يضم هذا الكتاب ترجمة الأصل الانكليزي
MACHINES
حقوق الترجمة العربية مرخص بها قانونياً من الناشر
Two-Can Publishing Ltd,
بمقتضى الاتفاق الخطي الموقع بينه وبين الدار العربية للعلوم

ISBN 2-84409-518-6



الدار العربيـــة للعلـــوم
Arab Scientific Publishers

عين التينة، شارع ساقية الجنزير - بناية الريم
هاتف: 785107 – 811373 – 860138 (961-1)
ص.ب. 13-5574 بيروت - لبنان
بريد الكتروني: Email: asp@dm.net.lb
العنوان على شبكة الانترنت: http://www.asp.com.lb

المحتويات

ملاحظة: يوجد في نهاية الكتاب قاموس للمفردات الانجليزية الواردة فيه، وقد أُشير إليها بأحرف **سوداء.**

4 كيف تكون مهندساً

إن الإنسان هو المخلوق الوحيد الذي يخترع فكرة الآلات ويصنّعها. ونحن نستخدم هذه الآلات في مجالات عديدة جداً: في بناء المباني الضخمة، ورفع الأحمال الثقيلة، وفي الحركة من مكان الى آخر بسرعة تفوق سرعة الصوت. بل إن الإنسان قد صنع آلات سافرت إلى القمر.

هيّا إلى العمل!

لست بحاجة إلى إنسان آلي أو سفينة فضاء لكي تكون مهندساً. في الحقيقة، فإن المهندسين غالباً ما يصنعون آلات بسيطة جداً.

وسنحاول في هذا الكتاب أن نعرض عليك كيفية صنع بعض الآلات، وعمل هذه الآلات وما تستطيع إنجازه، وكيفية قيامها بالعمل. كذلك سنوضح لك بعض التجارب الهندسية. وقد تستطيع الاستفادة من الأفكار لاختراعات تقوم أنت بها.



إن العلماء الذين يصنّعون الآلات يُدعون "المهندسون" (engineers) إنهم يقومون بتجارب واختبارات كثيرة تساعدهم في صنع آلات جديدة، وفي إدخال تحسينات على الآلات القديمة. ولولاهم لما كان لدينا أدوات ومحركات، ولا كان لدينا قطارات وشاحنات بل ولا حتى الساعات والمعدات البسيطة.

سوف تحتاج إلى:

مواد بسيطة مثل الكارتون وخشب البلزا، والقناني البلاستيكية وغيرها من الأشياء التي تتواجد عادة في البيت. ولكنك ستكون بحاجة إلى بعض الأدوات اللازمة للقطع ووصل المواد ببعضها، وتشكيلها بالشكل المطلوب. والأدوات الموضحة في الرسم ستكون ذات فائدة لمجموعة أدوات المهندس.

الأمان!

إن الأدوات الحادة يمكن أن تكون خطيرة. لذا، عليك أن تلتزم جانب الحذر عند استعمالك لها؛ واطلب مساعدة أحد الأشخاص الأكبر سناً. تأكد من تثبيت أي شيء تريد قطعه أو ثقبه، بحيث لا ينزلق ويسبب حادثة. إن منضدة صغيرة يمكن أن تُستعمل لتثبيت قطع الخشب فوقها.

التخطيط والقياس

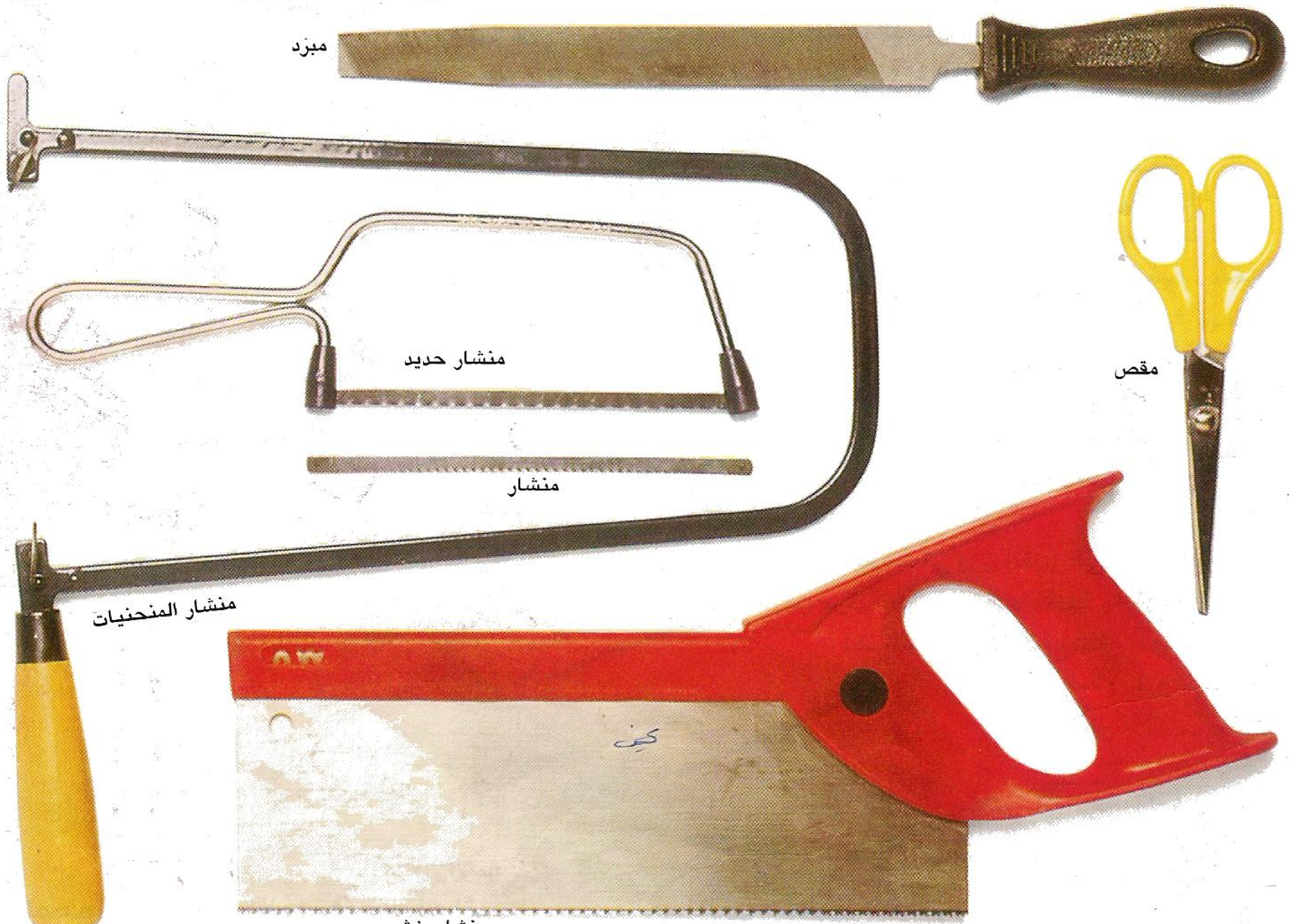
يجب أن تخطط دائماً قبل البدء بالعمل. وعليك قياس الأجزاء وتحديد القياسات بقلم الرصاص قبل القيام بالقطع. كذلك عليك أن تحدد أماكن الثقوب قبل أن تقوم باستعمال المثقاب لفتحها.

قطع الأجزاء

سوف تحتاج إلى منشار لقطع الخشب، وإلى مقص لقص الكارتون والورق. كذلك ستحتاج إلى سكين حادة، ولكن عليك أن تكون بالغ الحذر. وعليك استخدام المبرد أو ورق الزجاج (ورق السنفرة) لبرد الحافات الحادة.

ثقب الأجزاء

تحتاج إلى عمل بعض الثقوب في قطع الخشب وذلك لصنع بعض الآلات المذكورة في هذا الكتاب. إستخدم مخرازاً مدبباً في البداية لتحديد وبدء الثقب، ثم أكمل الثقب باستعمال مثقاب يدوي.



ربط الأجزاء ببعضها

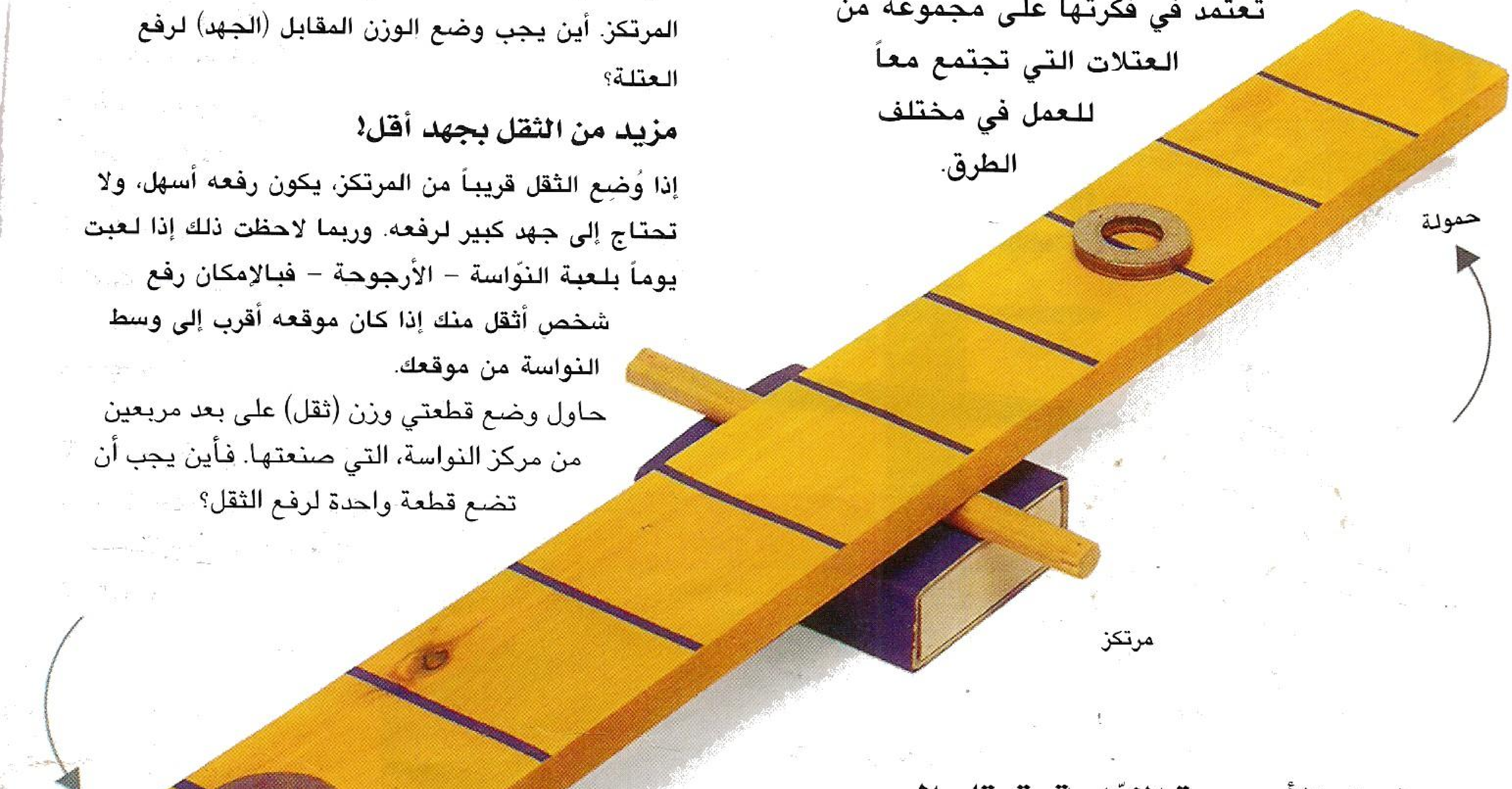
إن الصمغ القوي أو السيكوتين، هو أبسط الطرق لربط الأجزاء المصنوعة من الخشب، أو الكارتون، أو البلاستيك. ويمكن استعمال آلة دفع الصمغ – والتي تشبه "المسدس". كذلك، فإن مجموعة من الدبابيس والكليبسات، والمطرقة والمسامير، والشريط اللاصق، كلها أشياء مفيدة في عملك. كذلك فإن "ميزان التسوية" سيفيد جداً للتأكد من ربط الأدوات بشكل مستقيم ومتساوي.

إن بعض الآلات بسيطة جداً، بحيث أننا لا نكاد ننتبه إلى أنها آلات. ولكن، في الحقيقة، فإن "الآلة"، هي كل شيء يسخِّر طاقة لتحقيق عمل مرغوب فيه. إن مبراة القلم مثلاً، هي آلة تسخِّر طاقة لقطع الخشب (قلم الرصاص).

6 العتلات (levers)

نحن غالباً ما نستخدم الآلات لرفع الأوزان الثقيلة، أو لتساعدنا في نقلها من مكان إلى آخر. إن عجلة اليد ذات الدولاب الواحد، هي مثال بسيط للآلة الرافعة. فنحن نستخدمها لزيادة "القوة" التي تبذلها عضلاتنا. فإذا كنت تريد نقل كمية من التراب، فإنك تستطيع أن تنقل كمية أكبر وأثقل من التراب باستخدامك لعجلة اليد مما تستطيع أن تنقل باستعمال ذراعيك فقط.

وقد تكون "العتلة"، هي أبسط آلة لزيادة القوة. وعجلة اليد هي نوع من أنواع العتلات – والحقيقة فإن العديد من الآلات المعقدة تعتمد في فكرتها على مجموعة من العتلات التي تجتمع معاً للعمل في مختلف الطرق.



لصنع الأرجوحة النوّاسة، تحتاج إلى:

- قطعة من الخشب
- وتد خشبي صغير
- شرائط من ورق ملون
- أوزان مختلفة (قطع نقدية وغيرها)
- صمغ، مسطرة، قلم رصاص، علبة ثقاب.



هيّا إلى العمل!

إن العتلة البسيطة هي عبارة عن قضيب مستقيم، يستند على مرتكز، بحيث إذا ضغطت على إحدى نهايتي القضيب بتوجيه جهد عليه، فإن النهاية الثانية سوف ترتفع، وترفع الثقل.

حاول أن تصنع هذه النوّاسة، لكي تكتشف بنفسك كيفية عمل العتلات.

1 – أشّر القطعة الخشبية بواسطة الشرائط الورقية بحيث تبعد عن بعضها **3** سم.

2 – ألصق الوتد بعلبة الثقاب لعمل مرتكز.

3 – ضع منتصف القضيب فوق المرتكز بحيث يتوازن الجانبين تماماً.

والآن يمكنك إجراء بعض التجارب باستعمال أوزان مما لديك. ضع قطعة معدنية على بعد **3** مربعات من المرتكز. أين يجب وضع الوزن المقابل (الجهد) لرفع العتلة؟

مزيد من الثقل بجهد أقل!

إذا وُضع الثقل قريباً من المرتكز، يكون رفعه أسهل، ولا تحتاج إلى جهد كبير لرفعه. وربما لاحظت ذلك إذا لعبت يوماً بلعبة النوّاسة – الأرجوحة – فبالإمكان رفع شخص أثقل منك إذا كان موقعه أقرب إلى وسط النواسة من موقعك.

حاول وضع قطعتي وزن (ثقل) على بعد مربعين من مركز النواسة، التي صنعتها. فأين يجب أن تضع قطعة واحدة لرفع الثقل؟

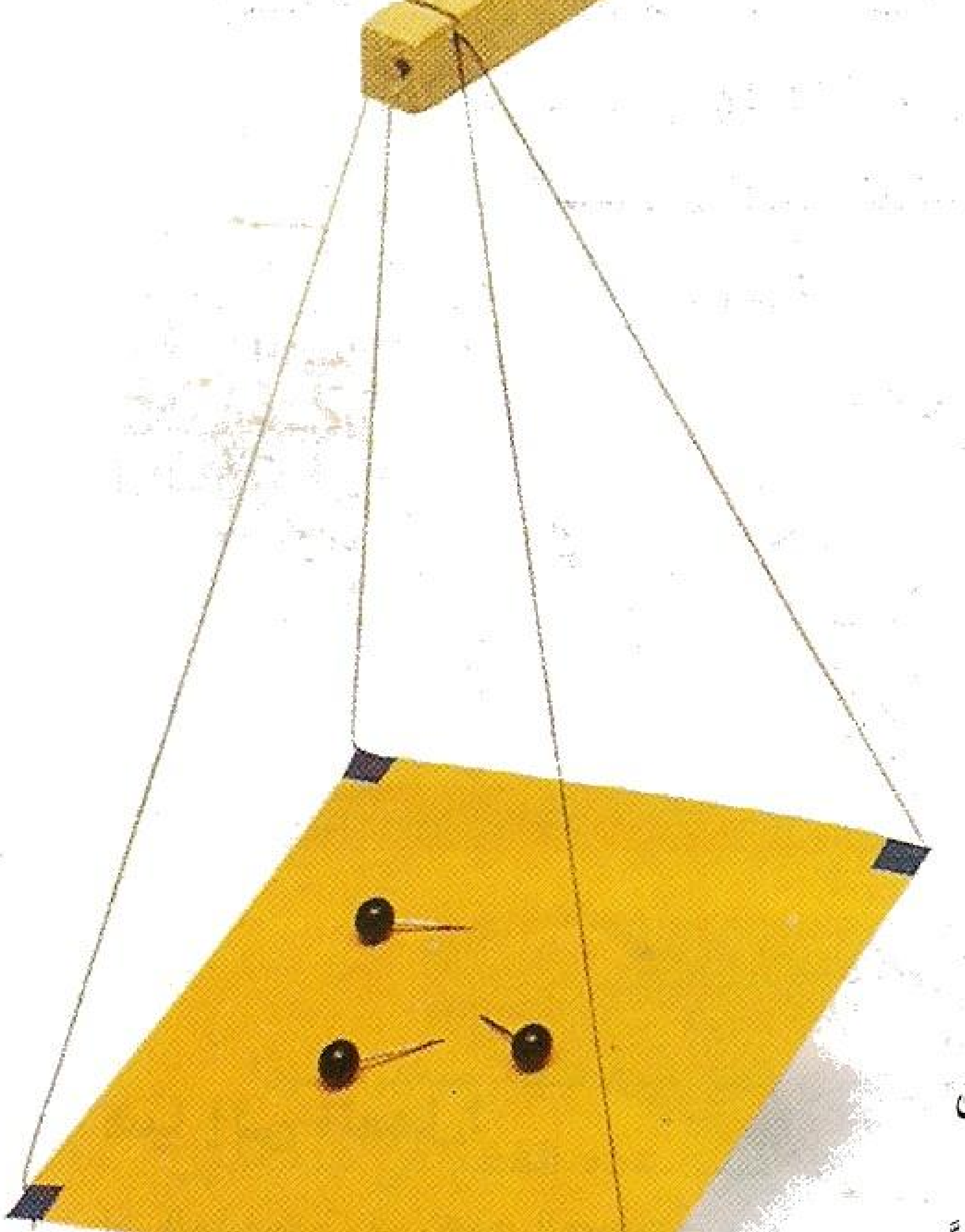
الميزان

إن الميزان الذي يُستعمل للوزن، يستخدم عتلة متوازنة للحصول على قياسات دقيقة في الوزن. حاول أن تصنع ميزاناً. إن هذا الميزان دقيق بحيث أنه يمكن أن يزن الريشة!

سوف تحتاج إلى:

- قطعة من الكارتون و شريط لاصق
- خيوط ومسامير
- قطعة رفيعة من الخشب
- وتد قصير
- قدحان
- طين صناعي
- دبابيس







1 – أطلب من أحد الكبار ليساعدك في عمل فجوة في منتصف الوتد. ثم ألصق قطعة الخشب الرفيعة في الفجوة في الوتد.

2 – إستخدم المطرقة لتثبيت مسمارين من كل جهة من نهايتي القطعة الخشبيّة الرفيعة، وكما هو موضح في الرسم.

3 – إصنع كفتي الميزان وذلك باستعمال قطعتان مربعتان من الكارتون وخيوط، وشريط لاصق، وكما موضّح في الرسم.

4 – اجعل فرزة في كل من طرفي الوتد وعلّق خيوط كفّتي الميزان.

5 – ركّز الميزان على قدحين مقلوبين واضبط توازن الكفّتين. إذا لم تكن الكفّتين متوازيتين الصق معجونة لضبطهما. إستخدم ما لديك من قطع معدنية لوزن مواد خفيفة. كم دبوس تحتاج لموازنة ريشة من الكفّة الثانية؟

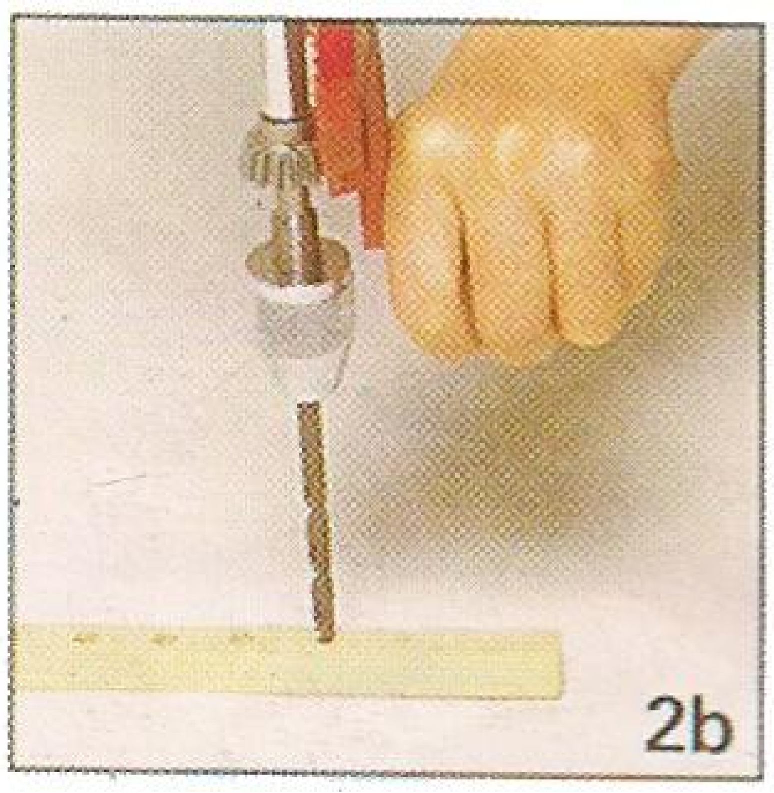


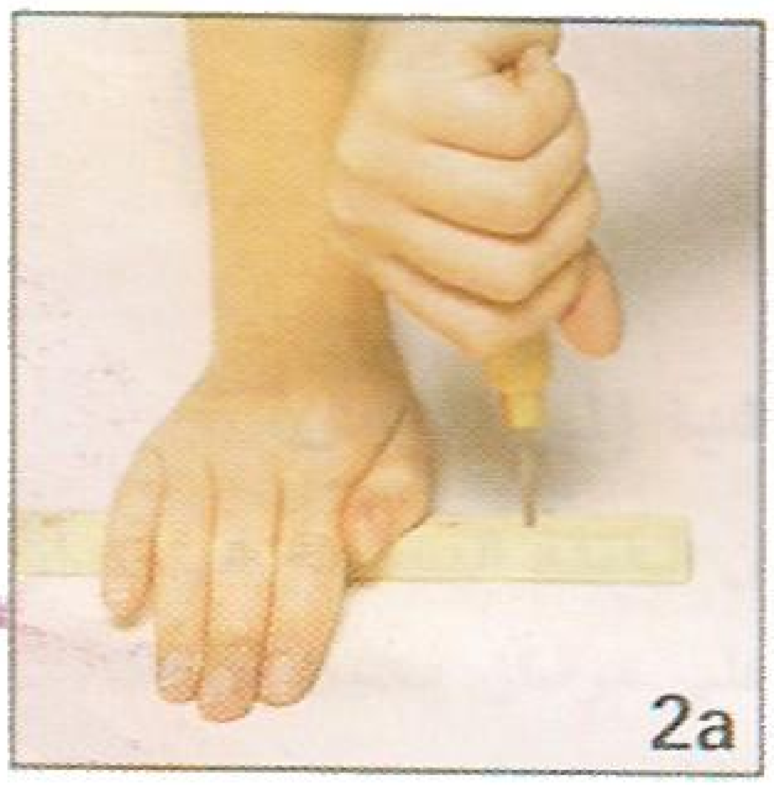
إن مفتاح القناني هو عتلة. إنك لا تستطيع أن تفتح غطاء القنينة بيدك وحدها! هل تستطيع أن ترى موقع المرتكز، والثقل والجهد في هذه الآلة البسيطة؟

8 المرجام – المنجنيق

هل رميت يوماً حبة بازلاء من طرف الملعقة وأطلقتها بعيداً؟ لقد كنت تستعمل عتلة بعملك ذاك؛ فقد كان إبهامك هو المرتكز، وقدمت أصابعك الأخرى الجهد فحركت الملعقة حركة سريعة دفعت حبة البازلاء إلى الهواء.

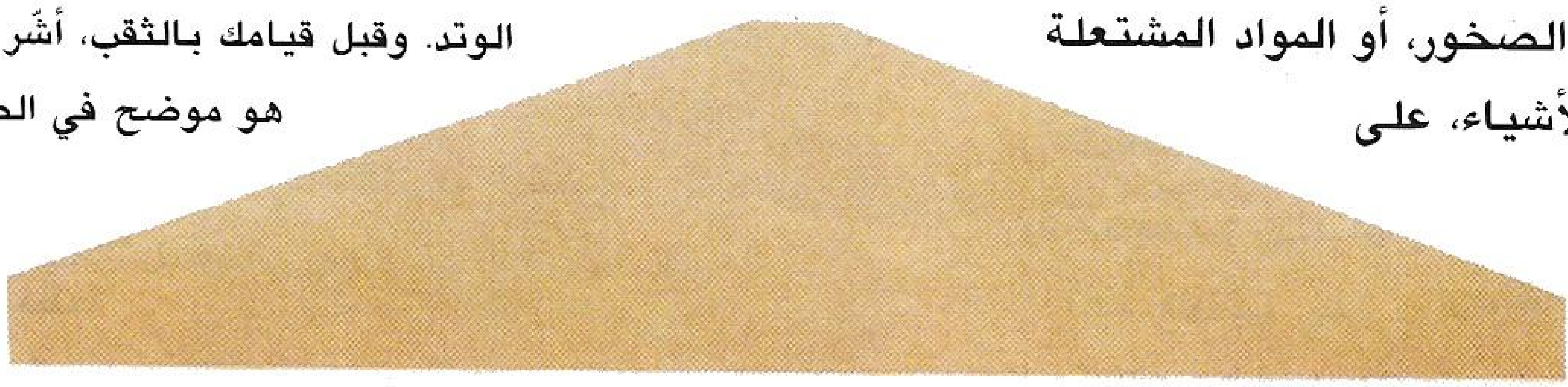
والمنجنيق يعمل بنفس الطريقة، واستناداً إلى نفس الفكرة. فقبل اختراع البارود، استعملت الجيوش القديمة المنجنيق (projectile) كقذائف لرمي النار، أو الصخور، أو المواد المشتعلة أو غيرها من الأشياء، على الأعداء.

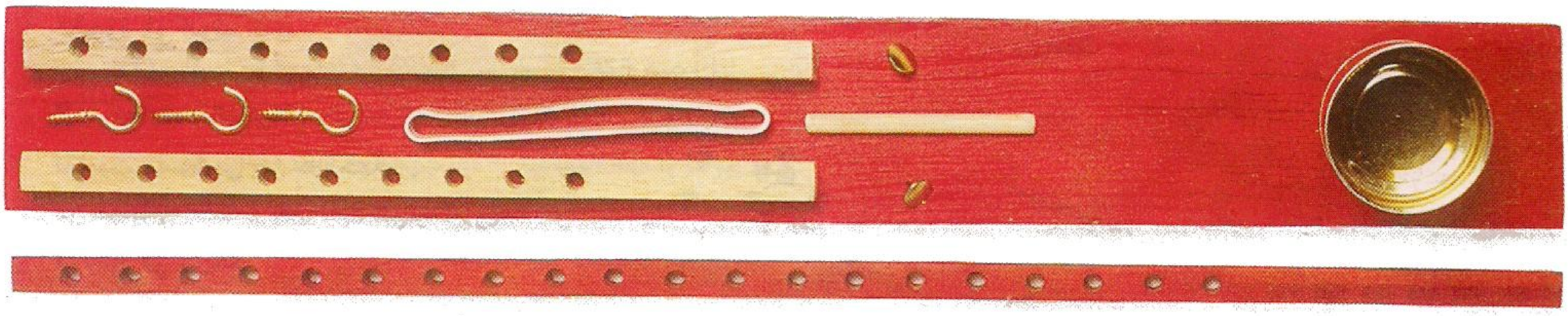


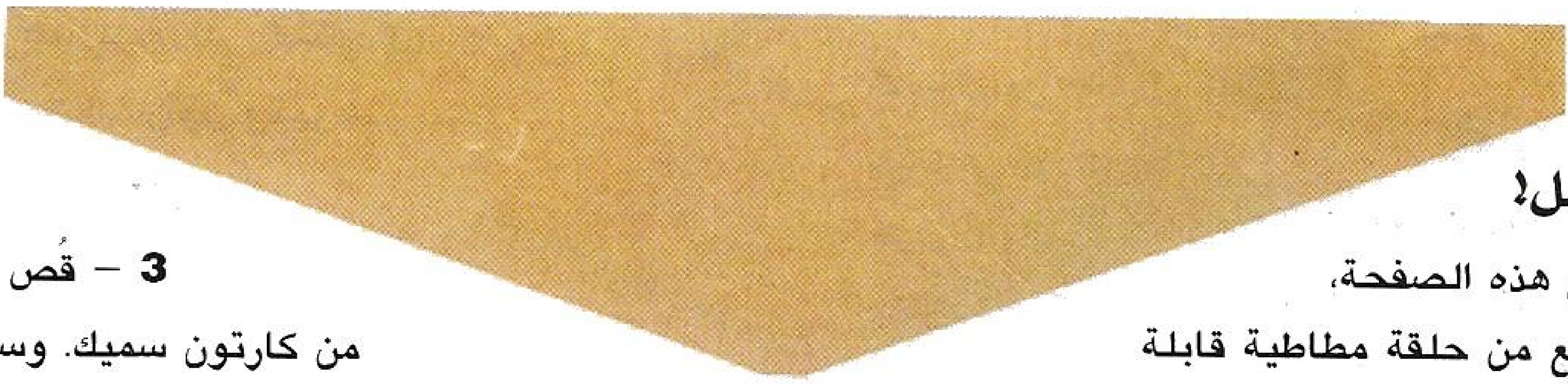


1 – أطلب مساعدة أحد الكبار لقطع لوحة القاعدة، وجانبَـي المنجنيق، والذراع الرئيسي للمنجنيق من الخشب.

2 – إعمل ثقوب تبعد **2,5** سم عن بعضها في الجزء الرئيسي للمنجنيق.
ويجب أن تكون أحجام الثقوب كافية لكي يدخل فيها الوتد. وقبل قيامك بالثقب، أشّر مكانها، وكما هو موضح في الصورة أعلاه.







هيّا إلى العمل!

إن المنجنيق في هذه الصفحة، يستمد قوة الدفع من حلقة مطاطية قابلة للتمدد.

سوف تحتاج إلى:

– علبة معدنية أو بلاستيكية

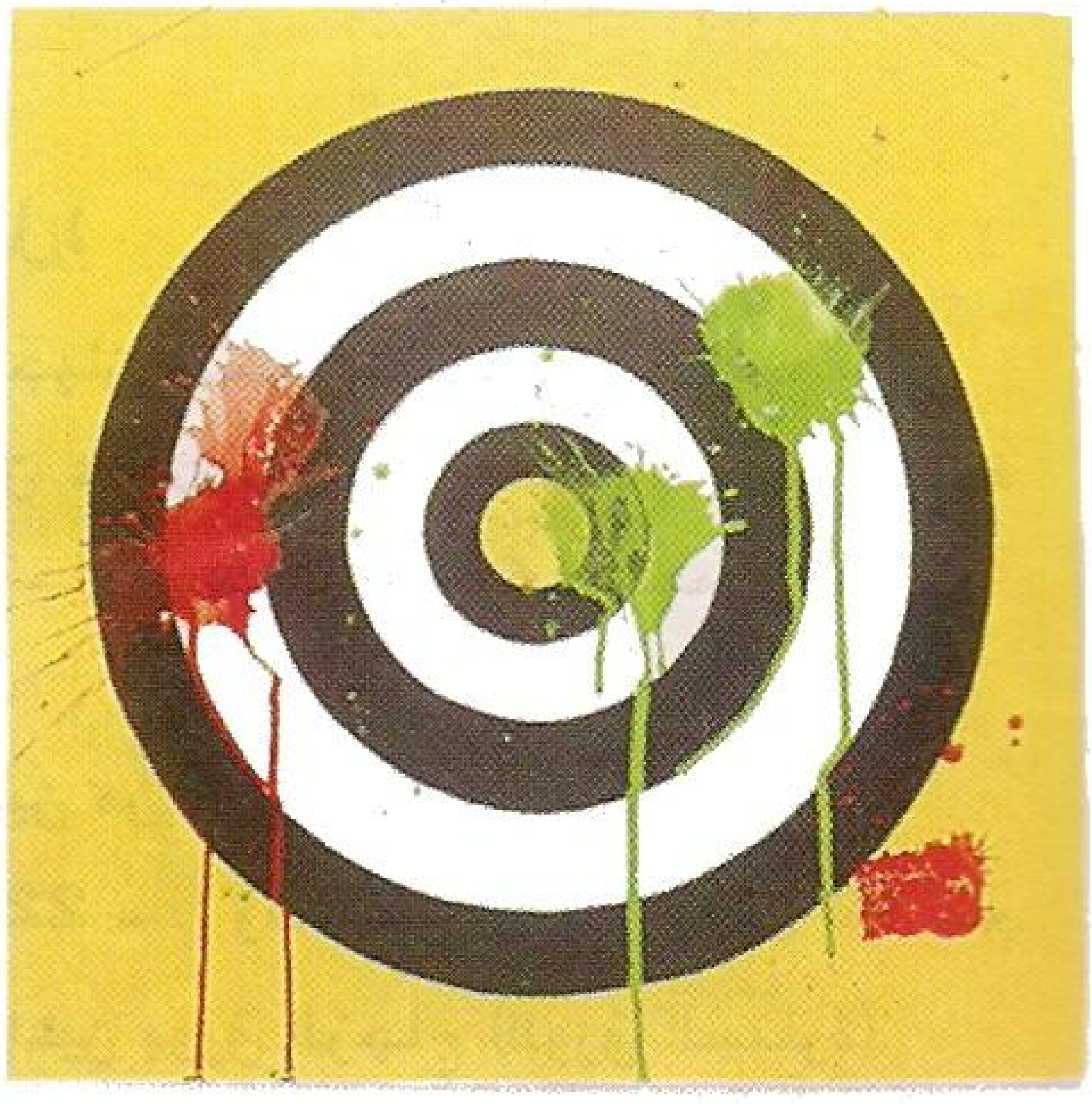
–كارتون سميك	–صباغ
–قطعة بلاستيك من المطاط	–وتد
–صمغ قوي لإلصاق الخشب	–دبابيس
–قطع من الإسفنج	–عدد من الكلاّبات الملولبة
–مثقاب يدوي	–وتد خشبي
–قطعة من الخشب	–سكين حادة

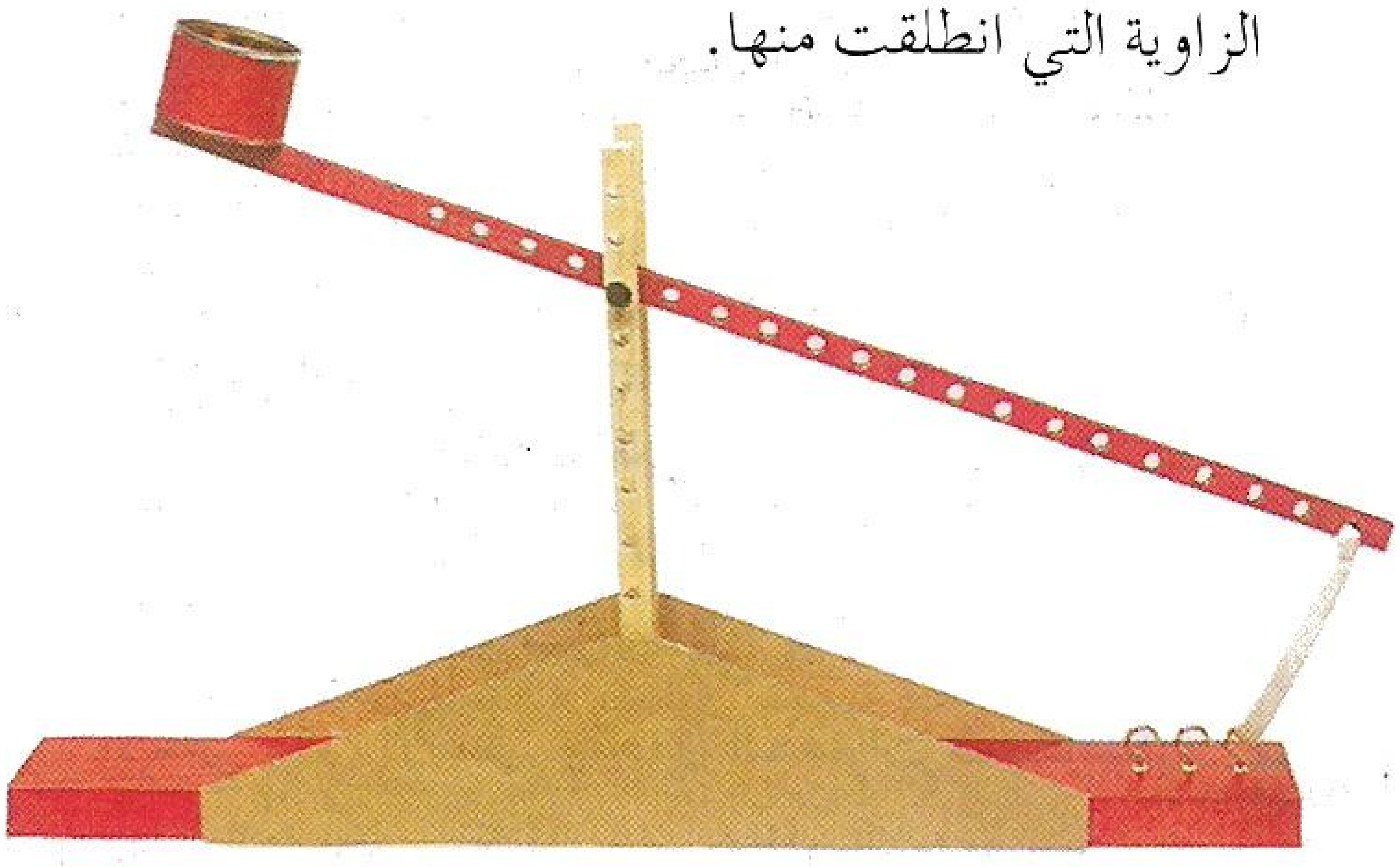
3 – قُص القطع المثلثة من كارتون سميك. وستكون بحاجة إلى سكين حادة، وعليك الحذر حين استعمالك للسكين.

4 – ألصق معاً القطع الجانبية وذراعي المنجنيق الخشبيتين باللوحة القاعدة. ثم الصق العلبة المعدنية، في نهاية ذراع المنجنيق.

5 – أدخل ثلاثة كلاّبات ملولبة في لوحة القاعدة. إستخدم الوتد لتحديد أماكنها قبل أن تُدخلها.

حين تطلق شيئاً ما من المنجنيق، فإن هذا الشيء يسير بطريق منحن يسمى المسار المنحني (trajectory) وتدعى المسافةُ التي تسيرها هذه القذيفة بخط الاتجاه، مجال الرمي (range) . إن خط الاتجاه، ومستوى ارتفاع القذيفة يعتمد على سرعتها وعلى الزاوية التي انطلقت منها.







إن المنجنيق مصمم بحيث يمكنك تغيير موقع وارتفاع المرتكز (الوتد الخشبي)، وزاوية الحلقة المطاطية. كيف تتمكن من رمي قطعة الإسفنج بحيث تنطلق إلى أبعد مسافة؟ وكيف يمكنك رميها بحيث تنطلق إلى أعلى نقطة لها؟

6 – وحين يجف الصمغ، تصبح مستعداً لتجميع قطع المنجنيق. ضع الذراع الرئيسي وسط الذراعين الجانبين – كما في الرسم – بحيث تكون الثقوب فيها متقابلة. إدفع الوتد عبر الثقوب وثبّته في مكانه بدبابيس الرسم من كلا الجانبين.

7 – أربط القطعة المطاطية (اللاستيك) من خلال الثقب في نهاية ذراع المنجنيق، واسحبه وعلّقه بأحد الكلاّبات.

تحديد الهدف والانطلاق

يمكنك استعمال قطع إسفنجية صغيرة لهذا الغرض وإذا بللت هذه القطع في ماء ملون، ثم أطلقتها من المنجنيق لتصيب لوحة من الكارتون أمامه، فإنها ستترك آثاراً على اللوحة؛ كما هو موضح في الصورة... ولكن تذكّر أنك يجب أن تمارس تجربتك هذه خارج المنزل لأنها من الممكن أن تسبب الفوضى في البيت!

10 ربط العتلات

إن رفع الأثقال ليس العمل الوحيد للعتلات. بل إننا نستخدمها لتغيير اتجاه الحركة.

تتحرك نهايتا أي عتلة بسيطة في اتجاهين متعاكسين. فإن إحدى النهايتين تصعد إلى الأعلى حين تضغط على النهاية الأخرى إلى الأسفل. فإذا ربطنا عتلتين ببعضهما بواسطة رباط مرن، نستطيع أن نجعلهما تتحركان إلى الخلف وإلى الأمام إضافة إلى حركتهما إلى الأعلى وإلى الأسفل. وتعمل الحفّارات الميكانيكية بهذه الطريقة – كذلك فإن عظام الذراعين والساقين هي عتلات، مرتبطة بمفاصل مرنة بالمرفق والركبة.



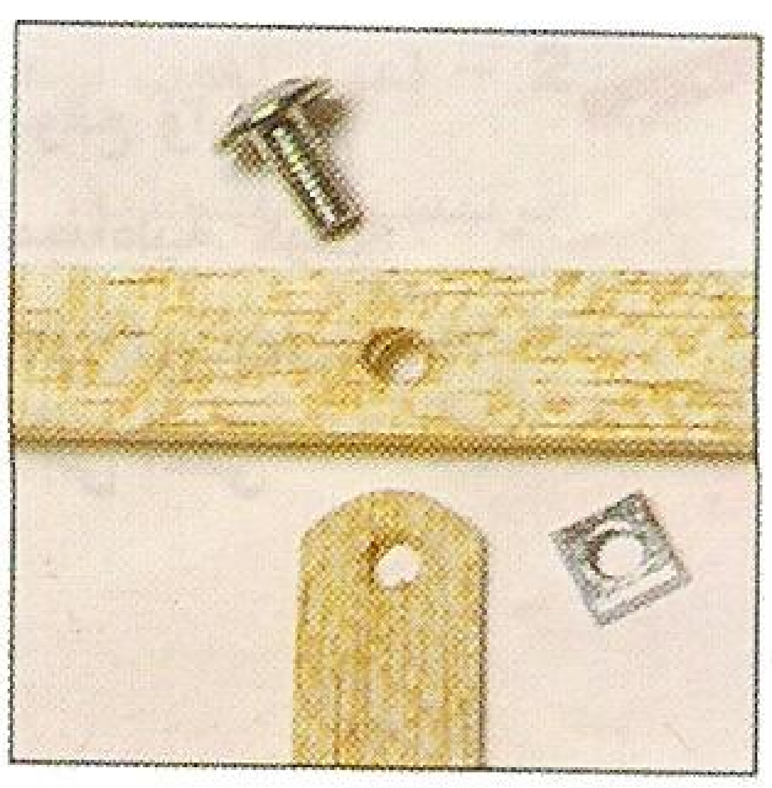
سوف تحتاج إلى:

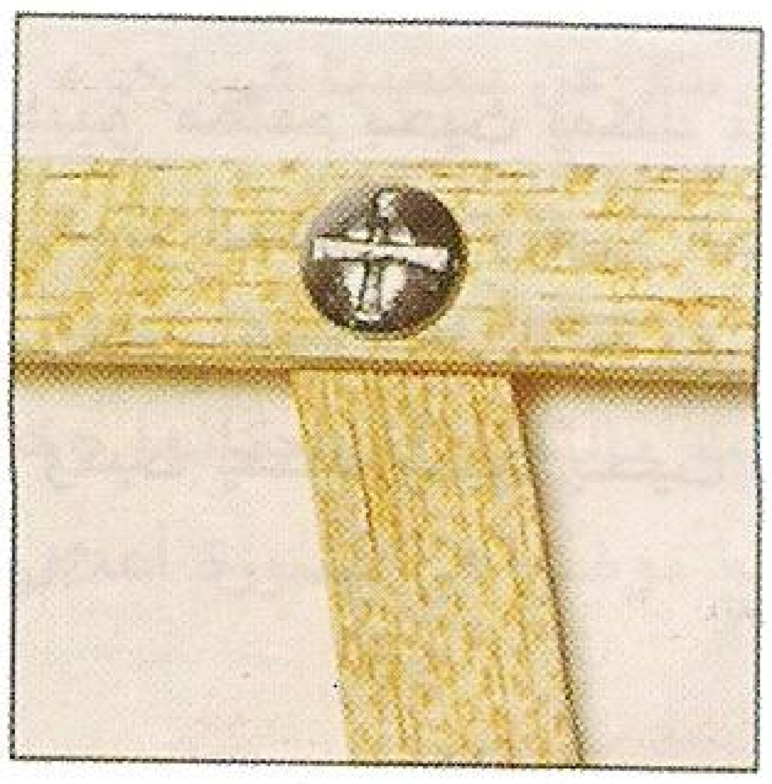
- صمغ
- قطعة من الفلين
- الورق الزجاجي (الورق السنفرة)
- مثقاب يدوي
- مسامير وصواميل (عزقات)
- مبراة قلم الرصاص
- قطع من خشب البلزا
- قلم حبر جاف وورق
- قطعة من وتد خشبي
- لوحة رسم ودبابيس

هيّا إلى العمل!

البنتوغراف هو جهاز لرسم واستنساخ التصاميم، وهو عبارة عن آلة من عتلات مترابطة ببعضها. اصنع واحدة بنفسك ومارس تجاربك عليها لترى كيف تعمل العتلات المترابطة.

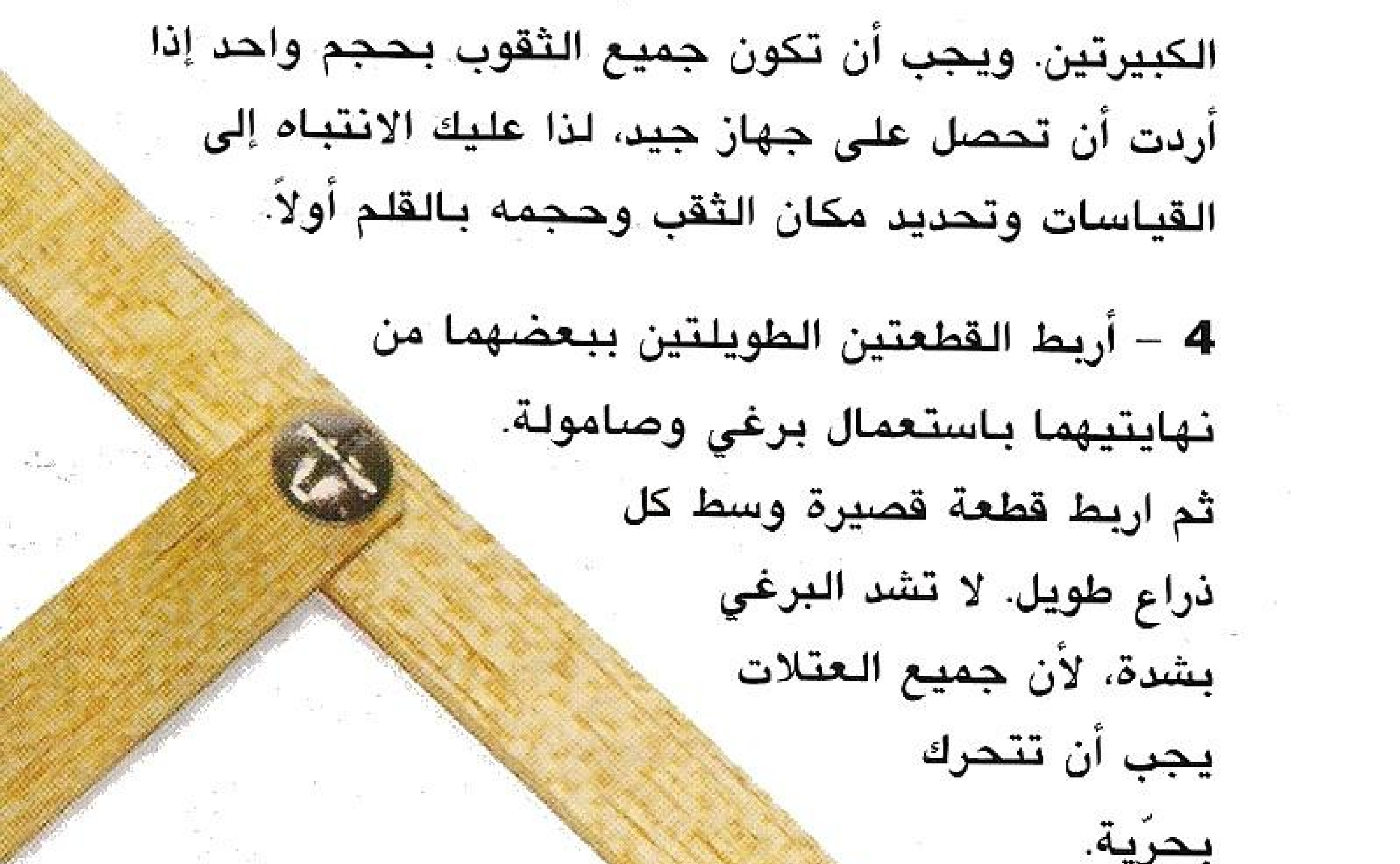
1 – إقطع قطعتين من خشب البلزا – لتكوّنا ذراعي العتلة – بطول **22** سم، وقطعتان أخريان بطول **12** سم. دوّر نهايتي الذراعين بورق الزجاج (الورق السنفرة).





2 – إعمل ثقوب في القطع الخشبية، بحيث يكون حجمها كافياً لدخول البراغي من خلالها. إعمل ثقوب في نهايات القطع الأربع.

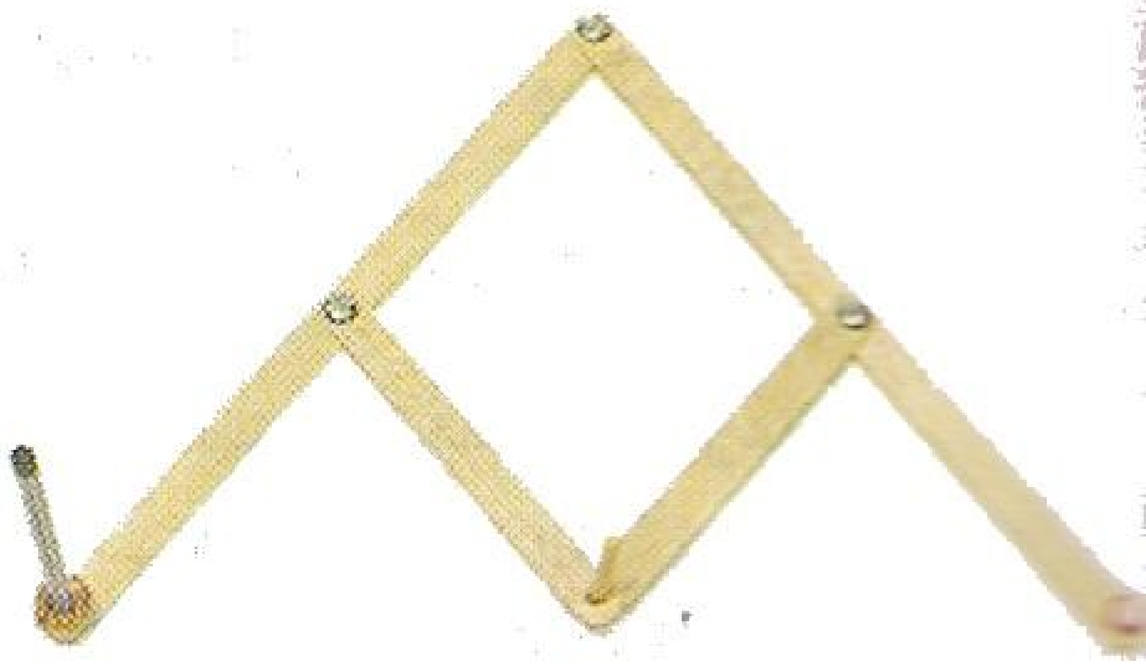
3 – والآن أثقب ثقباً إضافياً في وسط كل من القطعتين الكبيرتين. ويجب أن تكون جميع الثقوب بحجم واحد إذا أردت أن تحصل على جهاز جيد، لذا عليك الانتباه إلى القياسات وتحديد مكان الثقب وحجمه بالقلم أولاً.



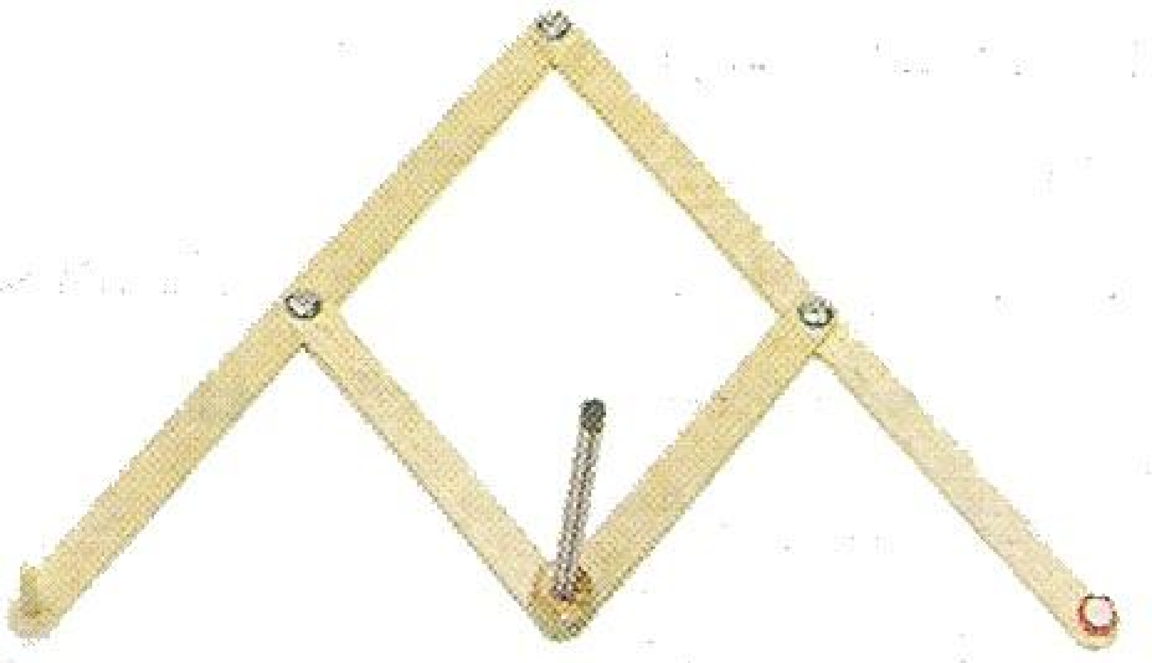
4 – أربط القطعتين الطويلتين ببعضهما من نهايتيهما باستعمال برغي وصامولة. ثم اربط قطعة قصيرة وسط كل ذراع طويل. لا تشد البرغي بشدة، لأن جميع العتلات يجب أن تتحرك بحرّية.

5 – إعمل ثقباً في الفلين بمساعدة أحد الكبار يكفي لدخول القلم الجاف.

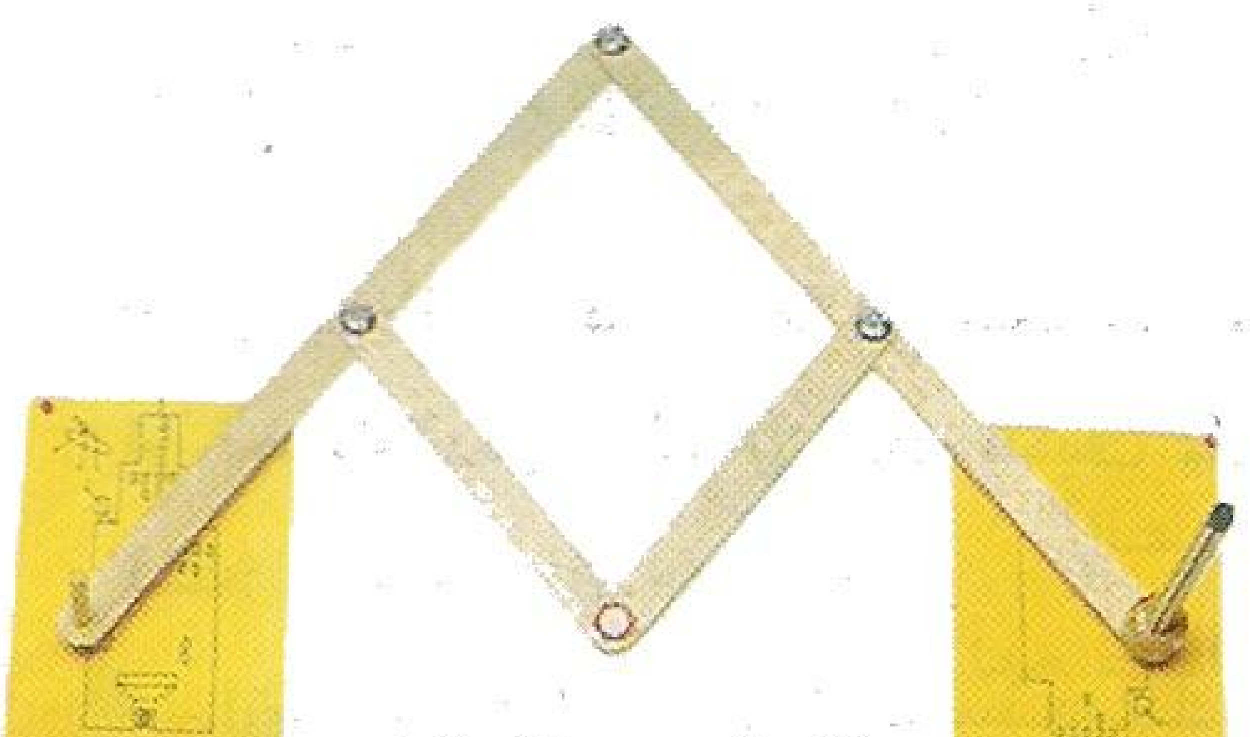
6 – ألصق قطعة الفلين في الجهة السائبة من أحد الأذرع القصيرة. إدفع القلم بحيث يدخل في الفلينة والثقب، وكما موضح في الرسم.



تكبير



تصغير



نقل الرسم بالمقلوب

7 – حدّد رأس الوتد بالمبراة، ثم ثبّته في إحدى نهايتي الذراعين الطويلين.

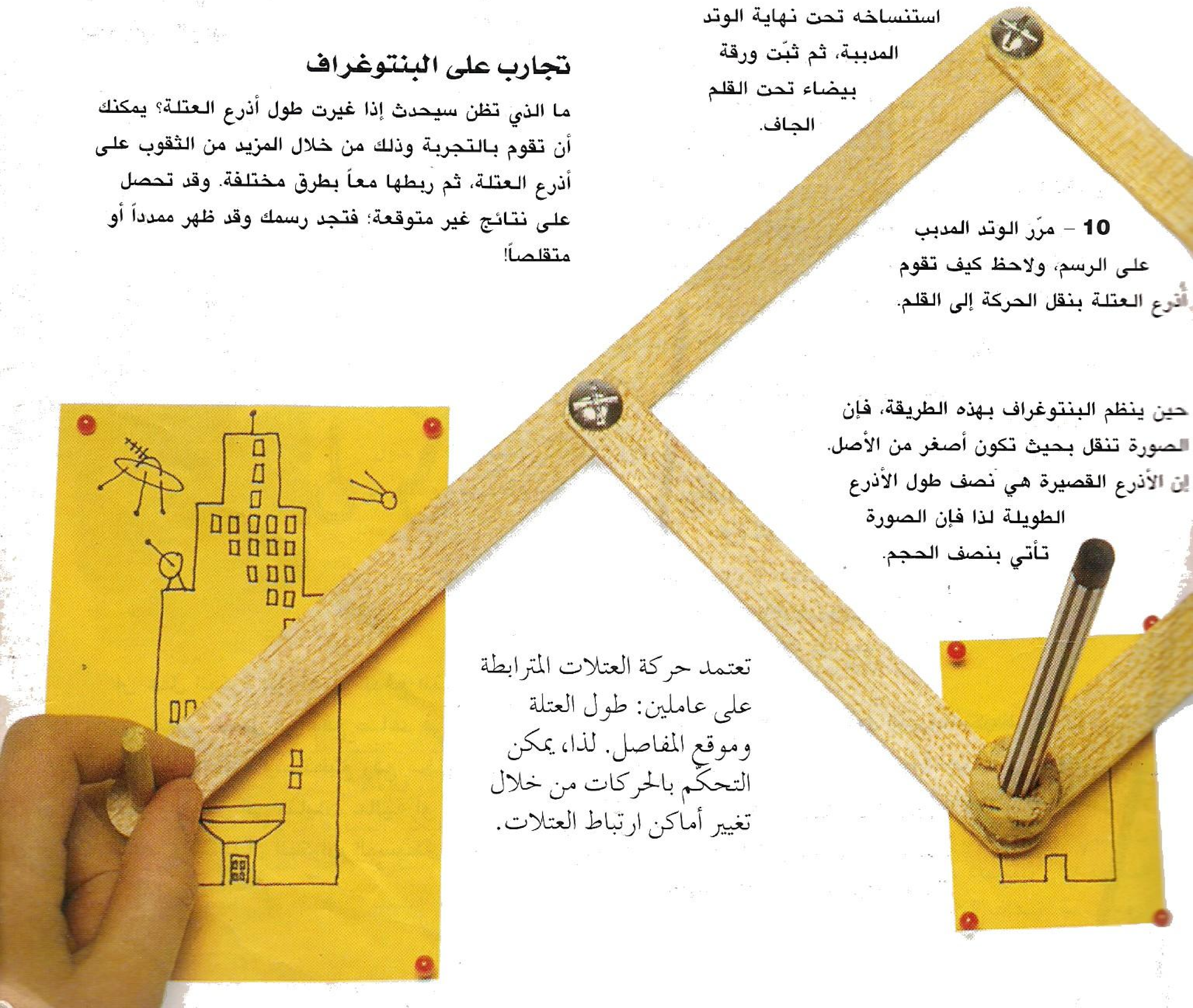
8 – ضع البنتوغراف على لوحة رسم، ثم ضع دبوساً في الثقب المتبقي.

رسوم مختلفة

تستطيع أن تكبّر الرسم، أو تنقله معكوساً، وذلك من خلال تغيير مواقع الدبوس والوتد الخشبي والقلم الجاف. وتوضّح لك الرسوم أعلاه كيف تستطيع أن تتحكم في قطع العتلات لنقل صور مختلفة بجهازك.

تجارب على البنتوغراف

ما الذي تظن سيحدث إذا غيرت طول أذرع العتلة؟ يمكنك أن تقوم بالتجربة وذلك من خلال المزيد من الثقوب على أذرع العتلة، ثم ربطها معاً بطرق مختلفة. وقد تحصل على نتائج غير متوقعة؛ فتجد رسمك وقد ظهر ممدداً أو متقلصاً!



9 – ضع الرسم الذي تريد استنساخه تحت نهاية الوتد المدببة، ثم ثبّت ورقة بيضاء تحت القلم الجاف.

10 – مرّر الوتد المدبب على الرسم، ولاحظ كيف تقوم أذرع العتلة بنقل الحركة إلى القلم.

حين ينظم البنتوغراف بهذه الطريقة، فإن الصورة تنقل بحيث تكون أصغر من الأصل. إن الأذرع القصيرة هي نصف طول الأذرع الطويلة لذا فإن الصورة تأتي بنصف الحجم.

تعتمد حركة العتلات المترابطة على عاملين: طول العتلة وموقع المفاصل. لذا، يمكن التحكّم بالحركات من خلال تغيير أماكن ارتباط العتلات.

12 البكرات (pullies)

إذا أردت أن تعلّق علماً في قمة عمود طويل، دون أن تحرّك قدميك من الأرض، فكيف يمكنك أن تفعل ذلك؟

إن الجواب السهل هو باستعمالك لبكرة مثبتة في قمة العمود مع حبل ملتف حولها.



إن عمل البكرة هو تغيير الدفع النازل من إحدى جهتي الحبل إلى دفع صاعد في الجهة الثانية من الحبل. ونستطيع رفع مختلف أنواع الأثقال والأوزان إلى بنايات عالية أو عواميد مرتفعة، باستعمال البكرات البسيطة.



هيّا إلى العمل!

إن بكرات الخيوط يمكن أن تكون بكرات ممتازة؛ وتستطيع أن تصنع طقماً ممتازاً من البكرات التي تمارس تجاربك عليها وذلك باستعمال مجموعة من بكرات الخيوط الفارغة.

سوف تحتاج إلى:

- مجموعة من بكرات الخيوط
- أسلاك أو حبل
- علب فارغة – مثل علب اللبن
- كلاّبات
- سلك سميك
- كمّاشة
- رمل

البكرة المفردة

1 – أدخل قطعة من السلك في الثقب في البكرة. إستخدم الكمّاشة لقطع، وليّ وبرم السلك لعمل بكرة كما موضح في الرسم.

2 – تأكد من حركة البكرة بسهولة في السلك، ثم علّق البكرة بواسطة كلاّب.

3 – لفّ الحبل حول البكرة، ثم اربط ثقلاً ما في إحدى النهايتين؛ مثل علبة لبن ملأى بالرمل. ويمكنك إدخال سلك من جانبي العلبة ليكون علاّقة لها.





تسهيل عملية رفع الأثقال

يمكنك الآن أن تجرب القيام بعملية رفع العلبة الملأى بالرمل ببكرتك البسيطة. ولكن البكرة المفردة لا تسهل من عملية رفع الثقل، بل إنها تغيّر فقط من الاتجاه الذي يتجه إليه الثقل. فحين تسحب الحبل من جهة، فإنه يرتفع من الجهة الأخرى، حاملاً معه العلبة. لذلك، لا تستطيع أن ترفع أي شيء أكثر من طاقتك على حمله باستعمال قدرتك البدنية. وعلى كل حال يمكنك أن تلاحظ الفرق حين تستعمل أكثر من بكرة واحدة معاً.

البكرات المزدوجة

1 – إصنع بكرة بسيطة أخرى، تماماً مثل البكرة الأولى، وعلّقها بمقبض العلبة.

2 – أربط إحدى نهايتي الحبل بالجزء الأعلى من العلاّقة السلكية وعلى البكرة الأولى، وكما موضح في الرسم المقابل.

3 – لفّ الحبل من تحت البكرة السفلى، ثم إلى الأعلى حول البكرة العليا.

والآن إختبر البكرة المزدوجة لترى قدرتها على رفع الثقل. هل تحتاج إلى قوة أكثر، أم أقل، لرفع الثقل؟؟

البكرة الرباعية

لصنع جهاز رباعي، فإنك تحتاج لصنع زوجين من البكرات الثنائية (pulley blocks) وكما هو موضح في الرسم المقابل.

1 – باستخدام قطعة أطول من السلك، إصنع علاّقتين جديدتين، تتسع كل منهما لإدخال بكرتين متجاورتين.

2 – أربط الحبل بالعلاّقة الأولى. لفّه إلى الأسفل ليدور حول البكرة السفلى، ثم حوّل كل من البكرتين، وكما هو موضح في الرسم.

والآن، يمكنك أن تلاحظ الفرق في أداء هذا الجهاز عن جهازك البسيط الأول.

أوزان أثقل، مسافة أقصر

يمكنك أن ترفع، ببكرتين تقريباً ضعف ما يمكنك رفعه ببكرة واحدة، ودون استخدام جهد أكثر. ولكنك لا تحصل على شيء بدون مقابل – فإن الثقل ينتقل إلى نصف المسافة التي تسحبها على الحبل. والبكرات الرباعية ترفع أربعة أضعاف الوزن تقريباً.

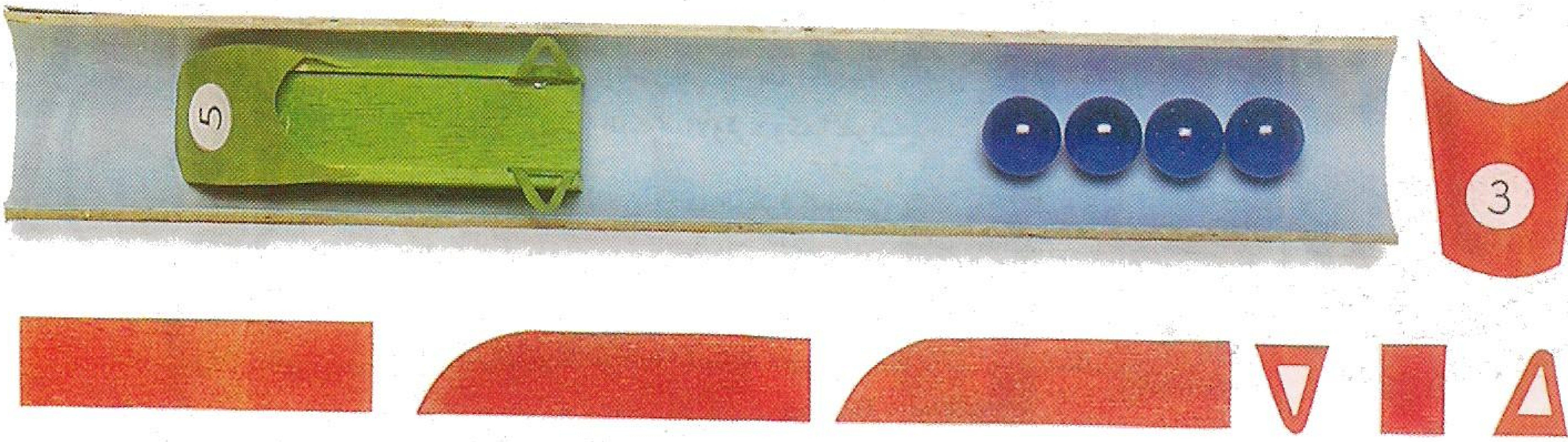
يعمل نظام البكرات بنفس طريقة عمل العتلات. وبواسطته يمكننا رفع أثقال كبيرة بجهد بسيط. ويستطيع ميكانيكي السيارة أن يرفع محرك السيارة من مكانها في السيارة، لأجل تصليحها، وذلك باستعمال جهاز يعتمد في عمله على البكرات.

14 الانزلاق السهل

هل جربت التزلج على الجليد؟ إن المزلاجات التي تربطها بحذائك تنزلق بسهولة ونعومة على الجليد وتتحرك بدون أي جهد. ومن الناحية الأخرى، فإن الحذاء المصنوع من المطاط بعكس ذلك تماماً، فهذا الحذاء يتشبث بالأرض ويحول دون انزلاقك ولو كانت الأرض مكسوة بطين زلق.



ضع مجموعة من "البلي" تحت غطاء معدني لعلبة، على سطح مستوٍ وناعم. إن "البلي" لا يسبب احتكاكاً، لذا فسترى الغطاء ينزلق بسهولة تامة. وتسمى الكرات التي تقلل الاحتكاك بهذه الطريقة بالرمانبلي ball bearing

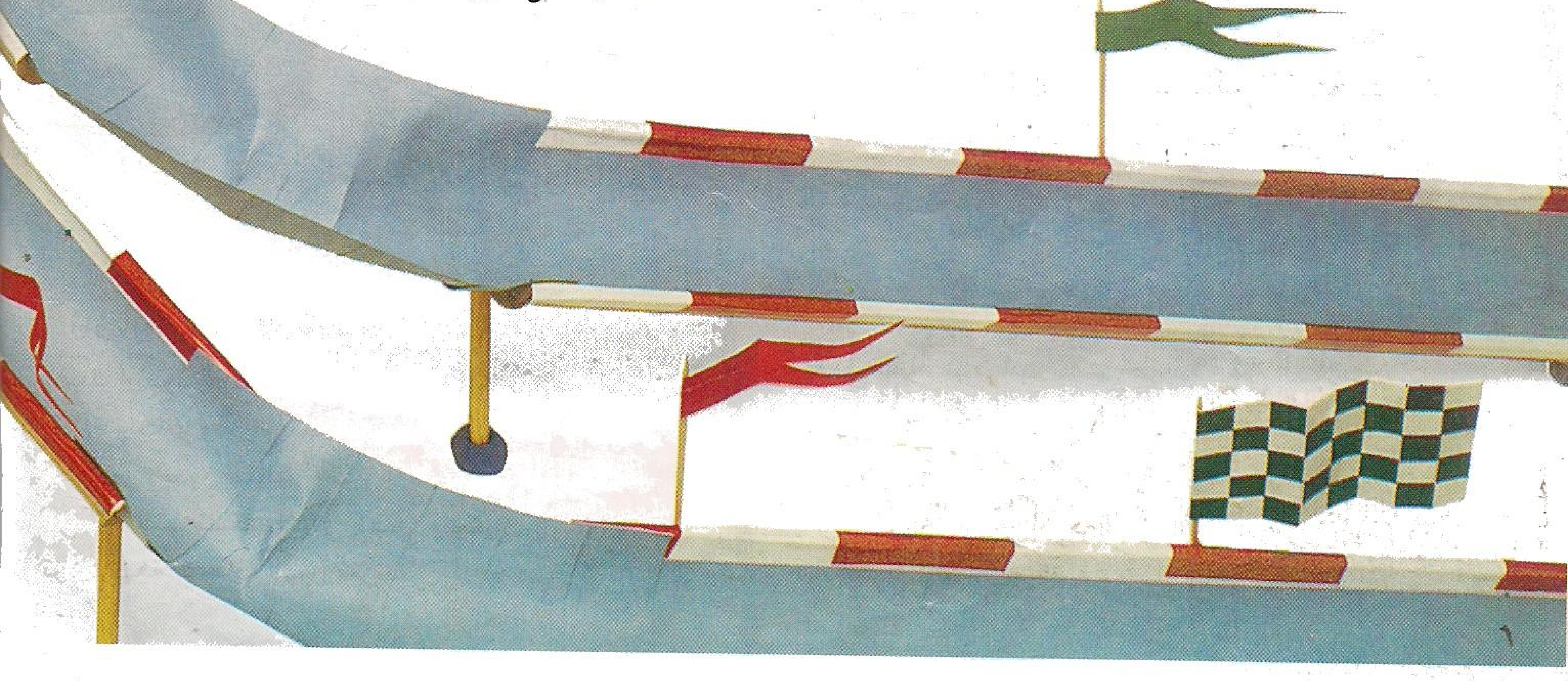


الاحتكاك (friction)

الأحذية المطاطية لا تنزلق بل تتمسك بالأرض بإحكام وذلك بسبب الاحتكاك. وهو قوة غير منظورة، يسببها احتكاك مادتين ببعضهما. والاحتكاك يمنع انزلاق الأشياء. وحين يحدث احتكاك بين المطاط وبين مجموعة من المواد، فإن ذلك يسبب طاقة احتكاك كبيرة. بينما لا تحدث أجزاء المعادن أي احتكاك على الجليد.

المحمل

يمكن أن يسبب الاحتكاك مشاكل عدة في الآلة، وقد يسبب توقف أجزاء الآلة عن الحركة السلسة. وتحتوي الكثير من الآلات على رمانبلي لمنع الاحتكاك. وهناك رمانبلي داخل محور عجلة (hub) الدراجة، حيث تدور الكرات المعدنية مع دورة العجلة.



هيّا إلى العمل!

في الألعاب الأولمبية الشتوية، نرى مركبات الجليد تنطلق فوق الجليد بسرعة مذهلة. هذه المركبات الموضحة في الرسم لا تسير فوق الجليد، لكن يمكن أن تحقق سرعة جيدة وهي تنطلق.

سوف تحتاج إلى:

- صمغ قوي للصق قطع خشبية
- أنابيب من الكارتون
- أوتاد خشبية
- عدد من البلي
- خشب البلزا
- طين اصطناعي
- كارتون خفيف



1 – إقطع قطعاً من خشب البلزا لصنع جوانب المركبة وقسمها العلوي والخلفي. ويجب أن تكون المركبة أوسع بقليل من البلي، ولكن أقل عمقاً.

2 – ألصق قطع خشب البلزا مع بعضها. قصّ من الكارتون الخفيف قطعاً لتكون مؤخرة ومقدمة المركبة، ثم ألصقها في أماكنها.

3 – أطلب مساعدة أحد الكبار لقطع أنابيب من الكارتون. ويمكن أن تكون البكرات التي يُلف عليها الورق الفضي (الألمينيوم) الذي يُستعمل في المطبخ، مفيدة في هذا المجال).

4 – إصنع سكة من أقسام من الأنابيب متصلة ببعضها بكارتون خفيف. إرفع السكة فوق أوتاد خشبية مثبّتة بالطين الاصطناعي.

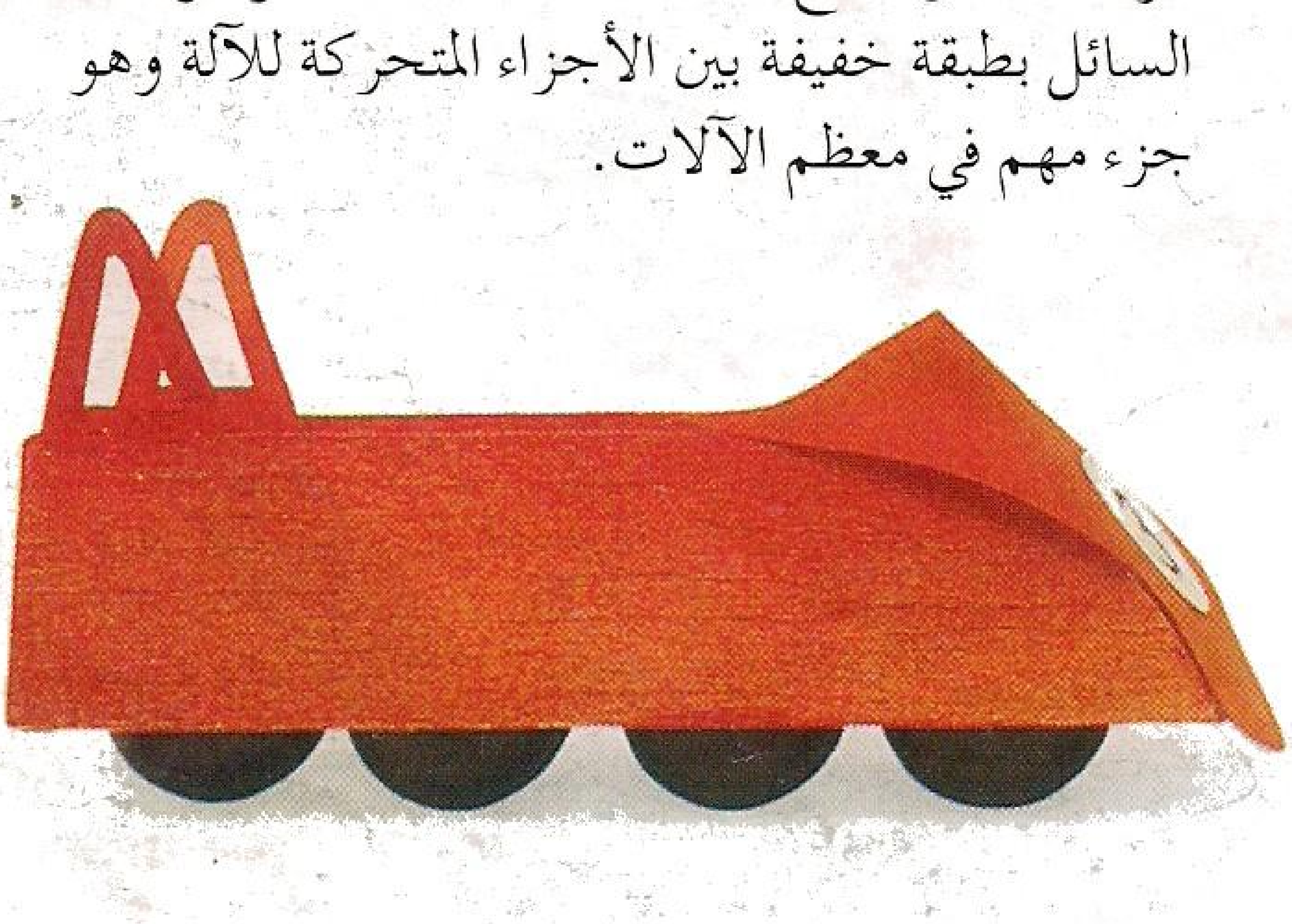
5 – زيّن السكة بالأعلام والإشارات الملونة.

6 – ضع الزلاجة أو المركبة فوق البلي وادفعها لتنزلق فوق السكة. وبما أن البلي لا تحدث احتكاكاً، لذا فإن المركبة ستنطلق بسرعة فائقة.

مسابقة بين مركبات الجليد

إصنع سكّتين، واصنع مركبتين، وبإمكانك أن تقوم بإجراء مسابقة بين المركبتين. جرّب وضع بعض الأثقال في إحدى المركبتين (مثل قطع من الطين الصناعي) ما هي النتائج على سرعة المركبة؟

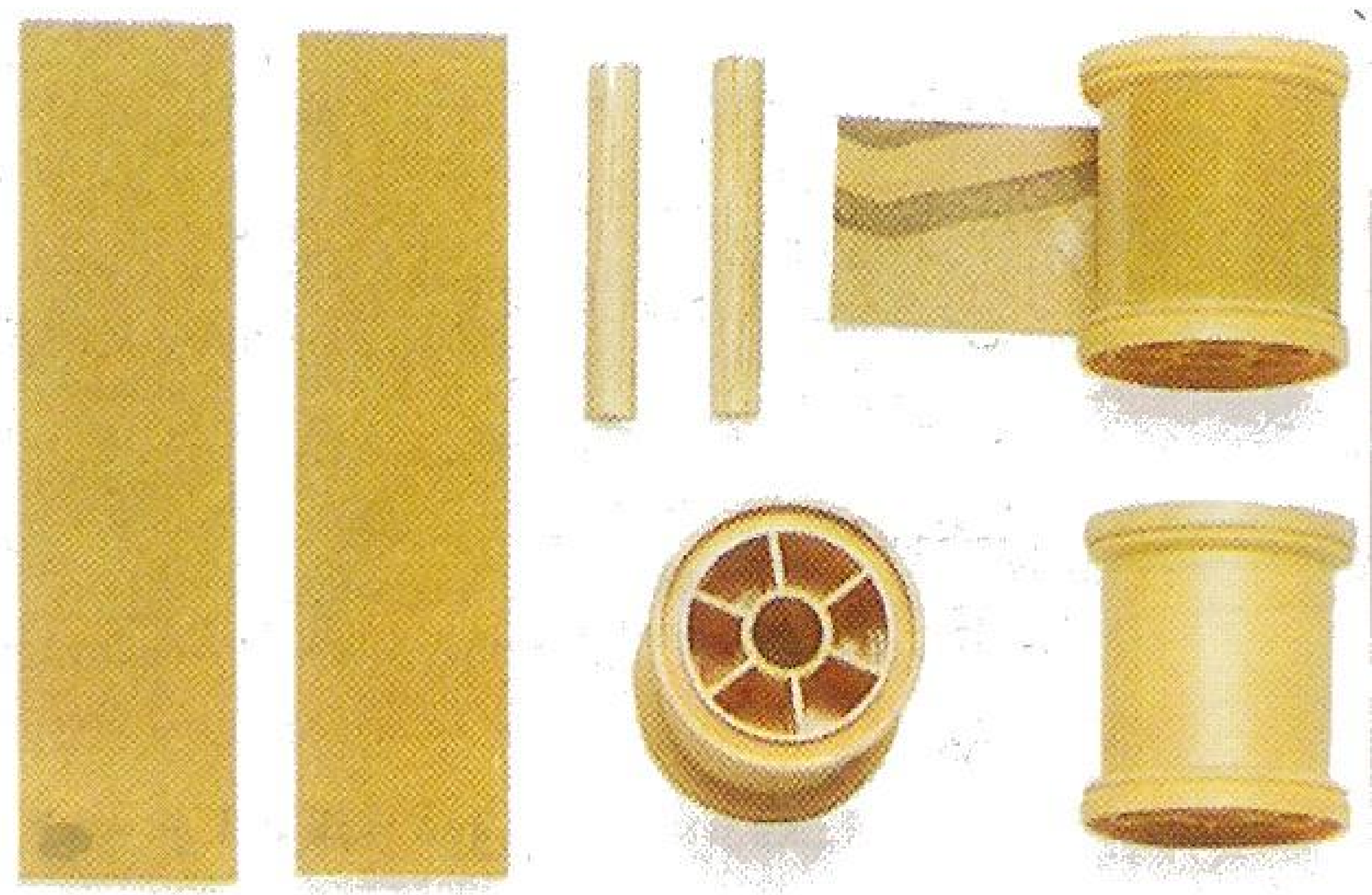
ليس الرمانبلي الطريقة الوحيدة لتقليل الاحتكاك. الزيت يحقق نتائج جيدة أيضاً؛ حيث ينتشر الزيت السائل بطبقة خفيفة بين الأجزاء المتحركة للآلة وهو جزء مهم في معظم الآلات.

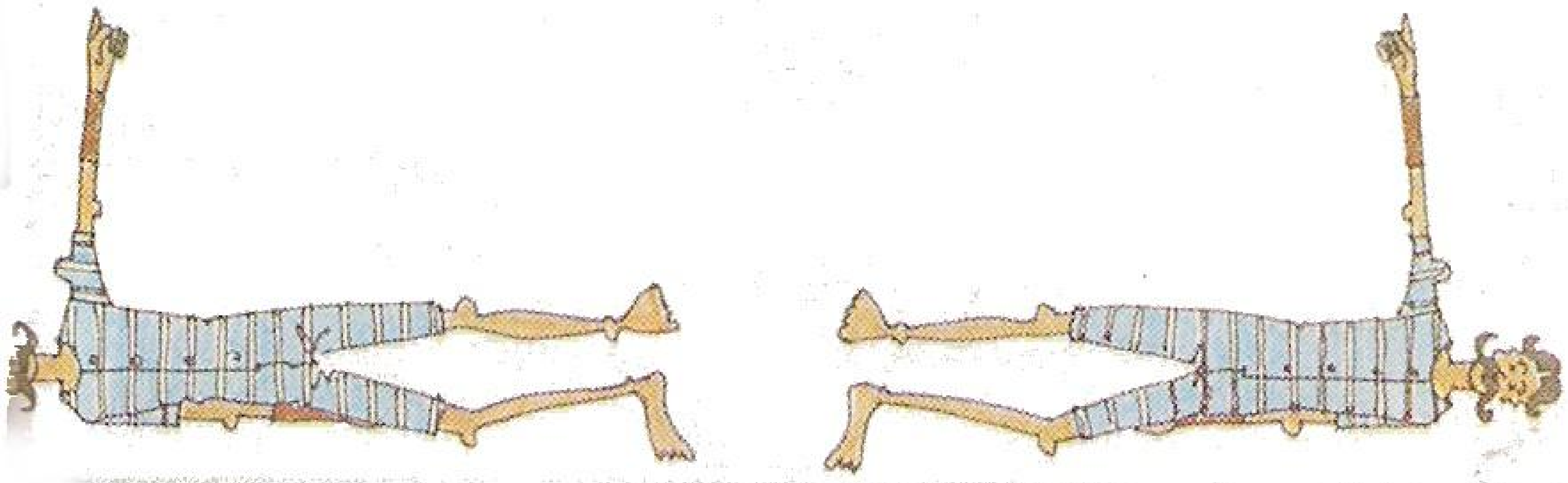


16 نقل الحركة بالأحزمة المتحركة

إن آلات الخياطة، وآلات الغسيل، والغرامافون، والدراجة، وصنارة صيد السمك، هذه كلها أمثلة قليلة فقط للآلات الكثيرة التي تدور **(rotate)** حين تعمل..

إن الأجزاء الدوّارة المختلفة داخل الآلة يمكن أن تُربط معاً بـ "حزام التدوير" **(drive belt)**. فحين يدور جزء واحد، فإنه يدير السير أو الحزام معه بحيث تنتقل الحركة إلى باقي أجزاء الآلة.







هيّا إلى العمل!

يدور حزام الحركة حول سلسلة من البكرات، لنقل القوة المحرّكة من مكان إلى آخر. ولأجل أن يدور الحزام بشكل صحيح، فيجب أن يكون هناك احتكاك بين الحزام وبين البكرات، وبذلك لا ينزلق الحزام. وإذا كان الحزام مرتخياً، فإنه لن يتشبث. وإذا كان متوتراً جداً فمن المحتمل أن ينقطع، أو يقلب البكرات خارج الخط. إن البهلوانات الدوّارة تقف على بكرات الخيوط، متصلة ببعضها بشريط.

سوف تحتاج إلى:

- ورق زجاجي (ورق السنفرة)
- صمغ وكارتون
- بكرات خيوط
- لوحة خشبية
- وتد خشبي
- شريط
- بلاستر لاصق

1 – قصّ الورق الزجاجي إلى شرائط، والصق قطعة من هذا الورق على كل بكرة. إن السطح الخشن لهذا الورق هو الذي يسبب الاحتكاك بين البكرات والحزام. وبهذه الطريقة، فإن الحزام لن ينفلت.

2 – أرسم على ورق كارتون صورة البهلوان الأمامية والخلفية، وكما موضح في الصورة، مع ترك مجال بين الصورة الأمامية والخلفية لصنع قاعدة لوقوف البهلوان. ألصق الأمام والخلف، بحيث يمكن أن تقف على القدمين.

3 – ألصق بهلواناً فوق كل بكرة.

4 – أطلب من أحد الكبار مساعدتك لقطع الوتد الخشبي إلى قطع عديدة. إستعمل الورق الزجاجي لبرد نهايات القطع.

5 – أثقب ثقوباً في اللوحة الخشبية. ويجب أن يتسع كل ثقب لدخول قطعة الوتد واستقراره فيه.

6 – أدخل الأوتاد الصغيرة في الثقوب، ثم ثبّت بكرة في كل وتد؛ وتأكد من حرية حركة كل بكرة في وتدها.

7 – أدخل قطعة قصيرة من الوتد في الفجوة بين الثقب المركزي وحافة إحدى البكرات. وسيكون هذا هو مقبض تحريك الحزام، وسوف تستعمله لتدوير الحزام.

8 - ضع شريطاً حول البكرات بحيث يلامسها جميعاً والصق نهايتي الشريط بالبلاستر بحيث يكون في الوضع الصحيح؛ لا ضيق جداً ولا مترهلاً، وبذلك تستطيع البهلوانات الدوران فوقه بسهولة.



تغيير الاتجاه

حين تدير المقبض، يتحرك البهلوانان اللذان يقفان على اللوحة العليا، في نفس الاتجاه. ولكن، في اللوحة السفلى، يتحرك البهلوانان في الاتجاه المعاكس، للبهلوانات الأربعة الأخرى. هل تستطيع أن تجعل بهلواناتك تتحرك في اتجاهات مختلفة؟

كانت السيارات القديمة تعتمد على مقبض يدوي لتشغيل الآلة، ومن ثم تشغيل السيارة. وكانت هناك مروحة تدور بواسطة حزام من المطاط، وذلك لمنع ارتفاع حرارة الآلة. فإذا انزلق حزام المروحة فإن ماء محرك السيارة سيصل درجة الغليان! أما السيارات الحديثة، فإنها تعتمد على محرك كهربائي ومروحة كهربائية.

تغيير السرعة

لو كانت جميع بكرات الخيوط بنفس القطر، فإنها ستدور حينئذ بنفس السرعة. ولكن، إذا استخدمت بكرات مختلفة الحجوم، فإنها تدور بسرعات مختلفة. إن الحزام يجب أن يتحرك لمسافة أبعد، لإدارة بكرة ضخمة، مما يفعل حين يدير بكرة صغيرة. لذا، فإن البكرة الكبيرة تدور بسرعة أقل.



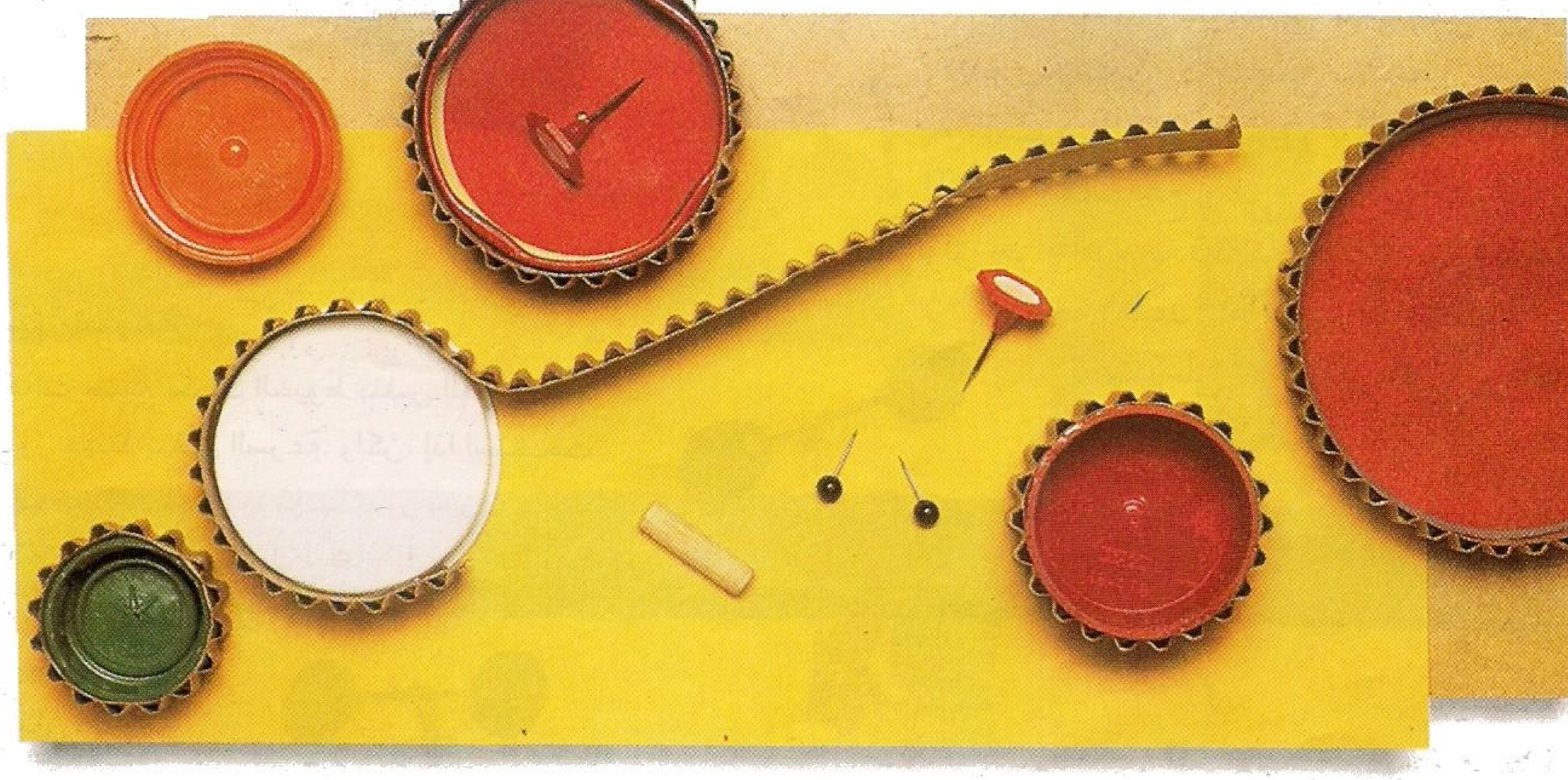
18 العجلات المسننة (gears)

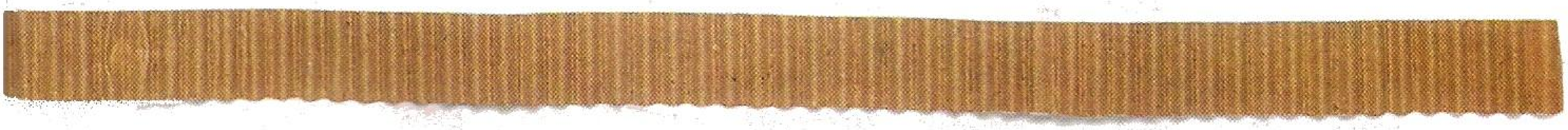
ستجد عجلات مسننة في داخل كل آلة تعمل بالدوران. الساعات الصغيرة والكبيرة، والدراجات كلها تعتمد العجلات المسنّنة. ومثل الأحزمة المتحركة فإن العجلات المسننة تربط جميع الأجزاء التي تدور، ولكن العجلات المسننة تفوق الأحزمة في أن عمرها أطول، وعملها أكثر دقة. كذلك، فإن العجلات المسننة هي الطريقة الافضل لتغيير السرعة، كما في الدراجة مثلاً.

هيّا إلى العمل!

إن أفضل طريقة لمعرفة كيفية عمل العجلات المسننة هي صنع بعضها بنفسك والقيام بتجاربك عليها. إن كل واحدة من هذه العجلات المصنوعة من أغطية العلب والقناني مطوّقة بشريط من الكارتون المموّج حول حافتها. ويجب أن يكون تموّج شريط الكارتون إلى الخارج ليشكل أسنان العجلة.

1 – لفّ شريطاً من الكارتون حول حافة غطاء العلبة. حاول أن تمدّده بحيث يكون عدد الأسنان متساوياً، ثم ألصق الشريط بالصمغ.





سوف تحتاج إلى:

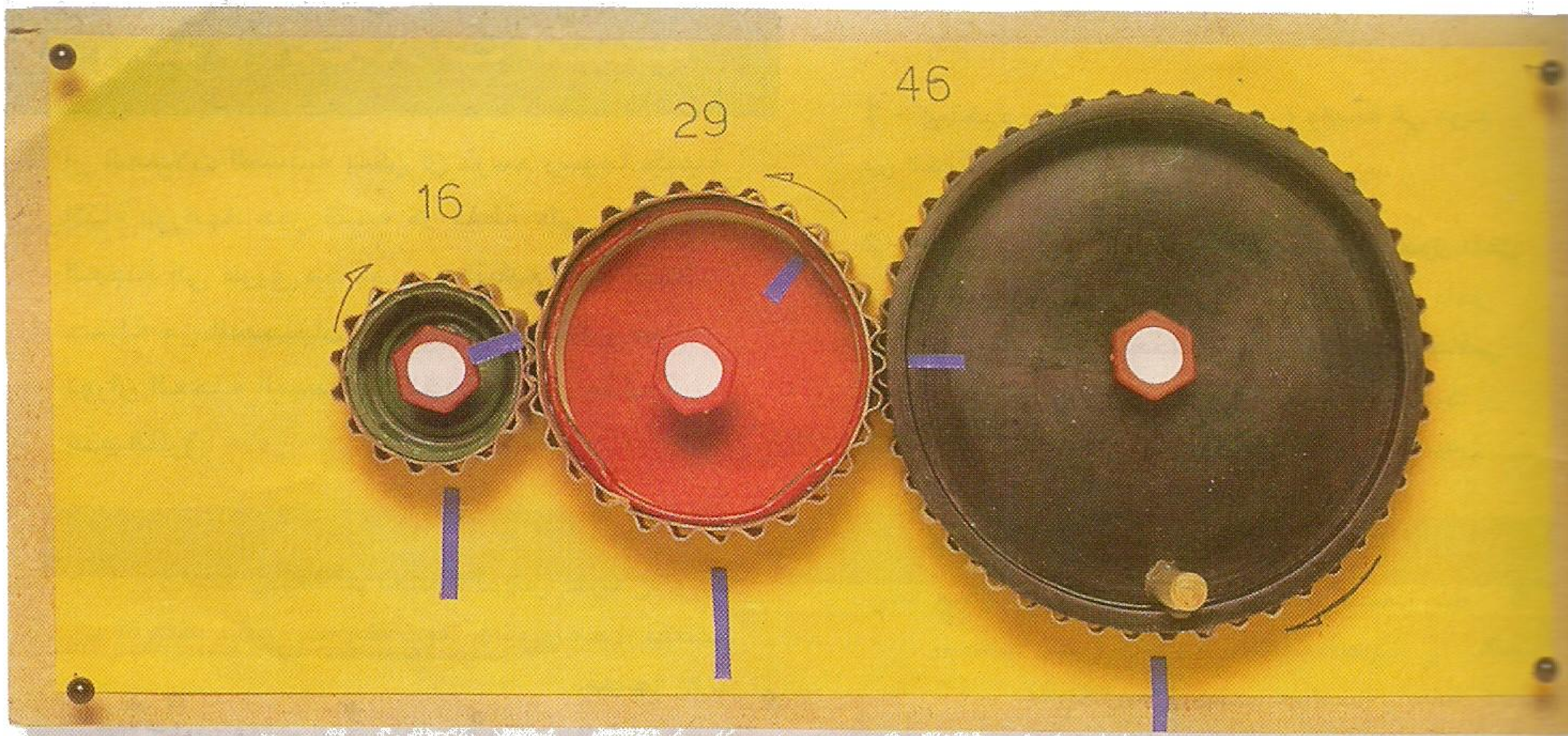
- قطع من الكارتون المموّج عرض القطعة حوالي **1** سم (يمكنك الحصول على هذه من الجوانب السميكة لصندوق من الكارتون).
- أغطية علُب وأغطية قناني مختلفة الأحجام.
- لوحة ودبابيس.
- وتد قصير.
- ورق وصمغ.

2 – اثقب ثقباً صغيراً في وسط العجلة، ثم ثبّت العجلة على اللوحة الخشبية بواسطة دبوس، بحيث تستطيع الدوران بحرية.

3 – إجمع مجموعة من العجلات المختلفة الأحجام لإضافتها إلى اللوحة. الصق وتداً إلى إحدى العجلات لصنع مقبض للعجلات.

4 – ولأجل تشغيل العجلات، يجب وضعها بحيث تتشابك (mesh) أسنانها. فحين تحرك إحدى العجلات، فإن أسنانها سوف تدفع على أسنان جارتها وتجعلها تدور في الاتجاه المعاكس.





تجارب العجلات المسنّنة

وصّل مجموعة من العجلات المسنّنة ببعضها، كما في الرسم أعلاه. فإذا دوّرت العجلة الكبرى، ما الذي يحدث للعجلتين الأخريين؟ وفي أي اتجاه تدور؟ وأي عجلة تحقق دورة كاملة أولاً؟

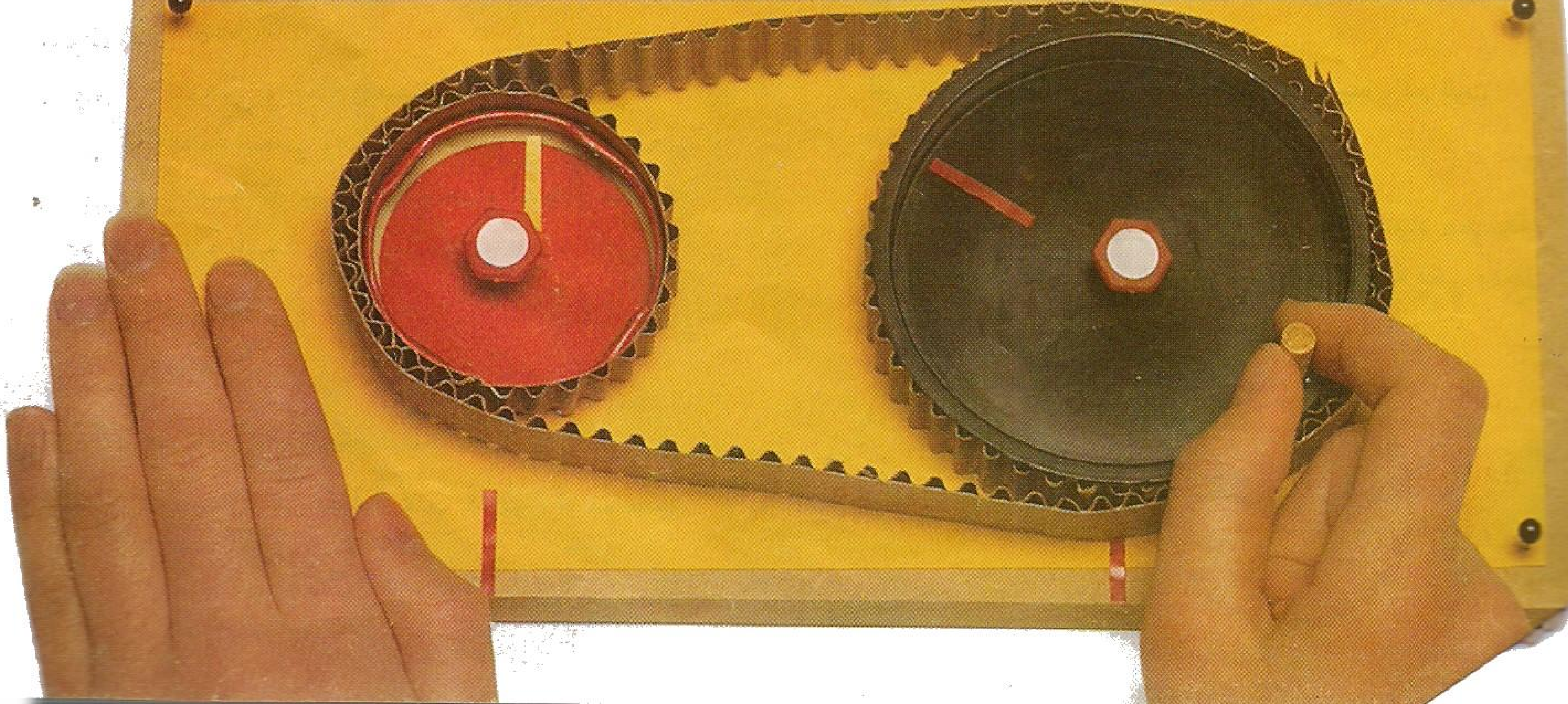
والآن حاول تدوير العجلة الصغيرة – هل تدور العجلتين الأخريين أسرع، أم أبطأ؟

أحسب عدد الأسنان في كل عجلة، إذا دوّرت عجلة ذات **20** سن دورة كاملة، فكم مرة تدير عجلة ذات **10** أسنان؟

سلسلة التدوير

في بعض الآلات تسمى العجلات المسننة دولاب مسنن (sprocket) ، وتُربط بواسطة سلسلة التدوير (drive chain) فسلسلة الدراجة تربط الدولاب المسنن على الدواسة بدولاب آخر على العجلة الخلفية. وتقوم هذه السلسلة بنقل الحركة من الدوّاستين إلى العجلتين.

إصنع نموذجاً لسلسلة التدوير من شريط طويل من الكارتون المموّج. لفّ الشريط حول عجلتين مسننتين مختلفتي الحجم، ولاحظ عدد مرات حركة العجلة الصغيرة، حين تدير العجلة الكبرى.



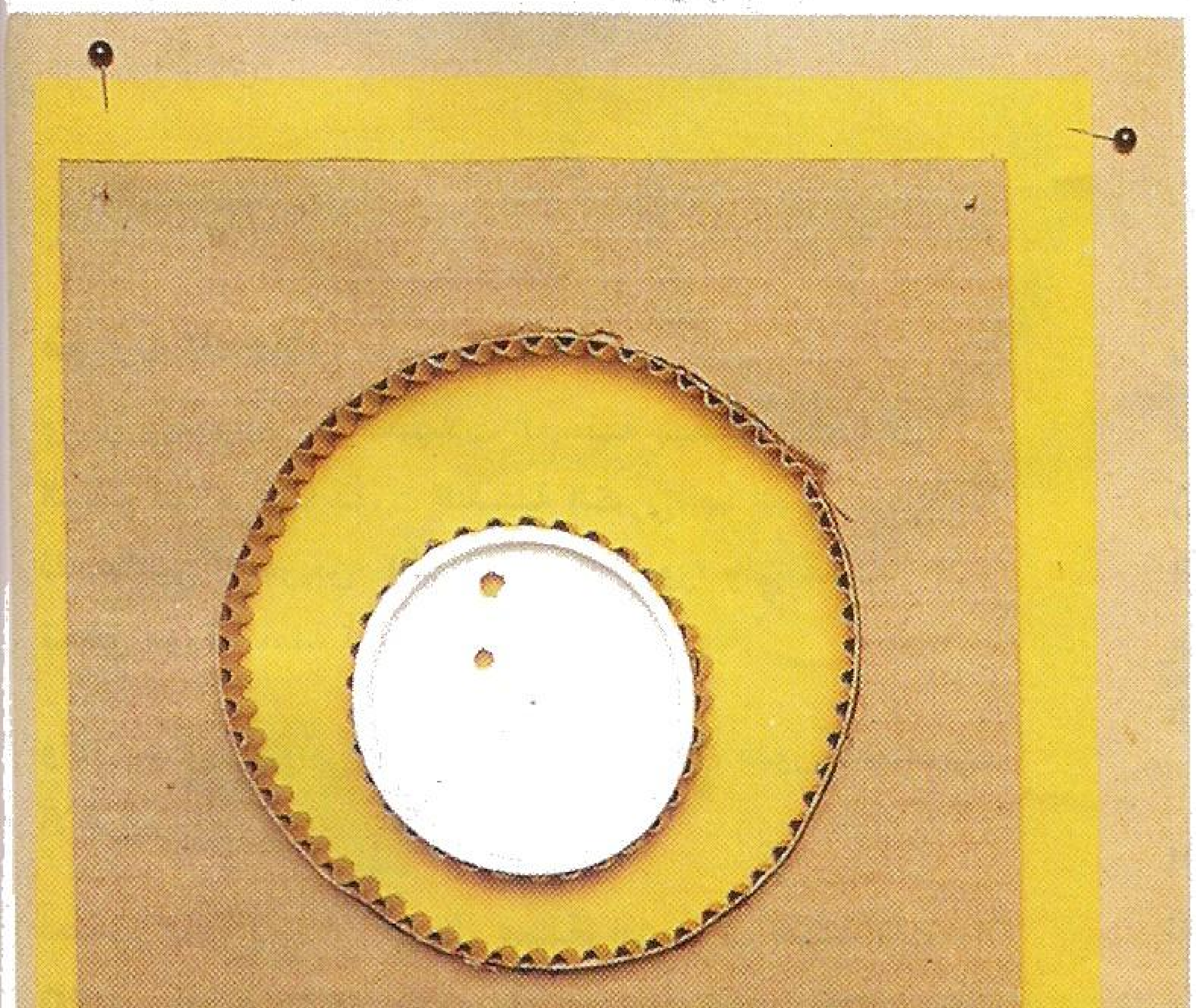
20 رسوم العجلات المسننة

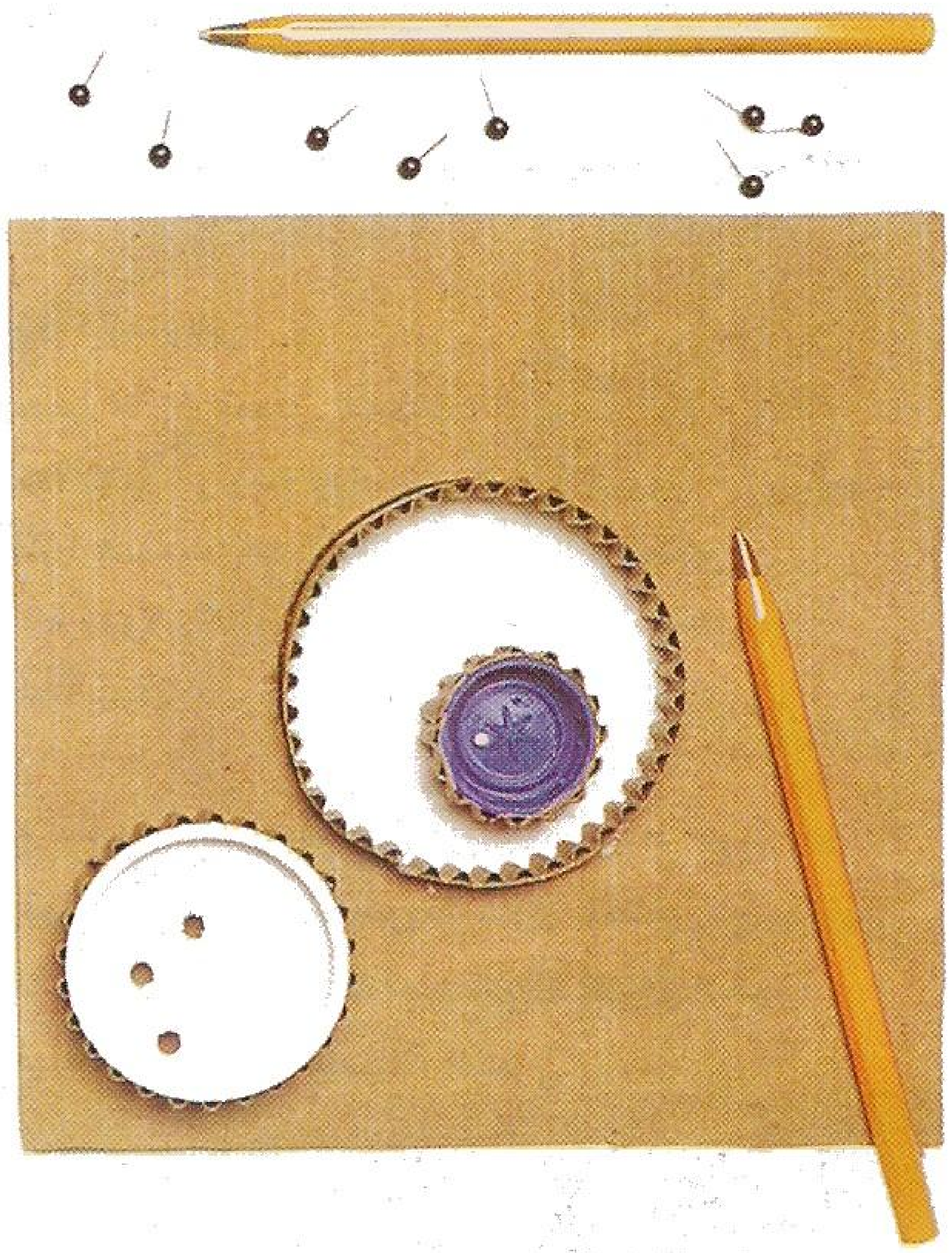
إن العجلات المسننة يمكن أن ترسم رسوماً جميلة أثناء دورانها، حين تتجه كل نقطة على سطح العجلة إلى طريق مختلف. ونستطيع رسم أشكال جميلة من المنحنيات والدوائر التي تتكرر مع دوران العجلة المسننة، وذلك من خلال متابعة هذه الطرق.

1 – إستخدم سكين حادة لثقب دائرة واسعة في مربع من الكارتون القوي.

2 – الصق شريطاً ضيقاً من الكارتون المموج حول داخل الدائرة. ثبّت الشريط بحيث أن الأسنان تكون إلى داخل الدائرة لتشكل أسنان العجلة. تأكد من أن إحدى حافتي الشريط في نفس مستوى حافة الثقب الدائري بحيث أن قطعة الكارتون ستكون مستوية على لوحة الدبابيس.







هيّا إلى العمل!

لصنع آلة للرسم بواسطة العجلات المسننة يمكن استعمال أغطية العلب والكارتون المموّج الذي استعملناه في الصفحة السابقة. ويمكنك استخدام أحجام مختلفة لاكتشاف أنواع عديدة من الأشكال.

سوف تحتاج إلى:

دبابيس كارتون مموّج

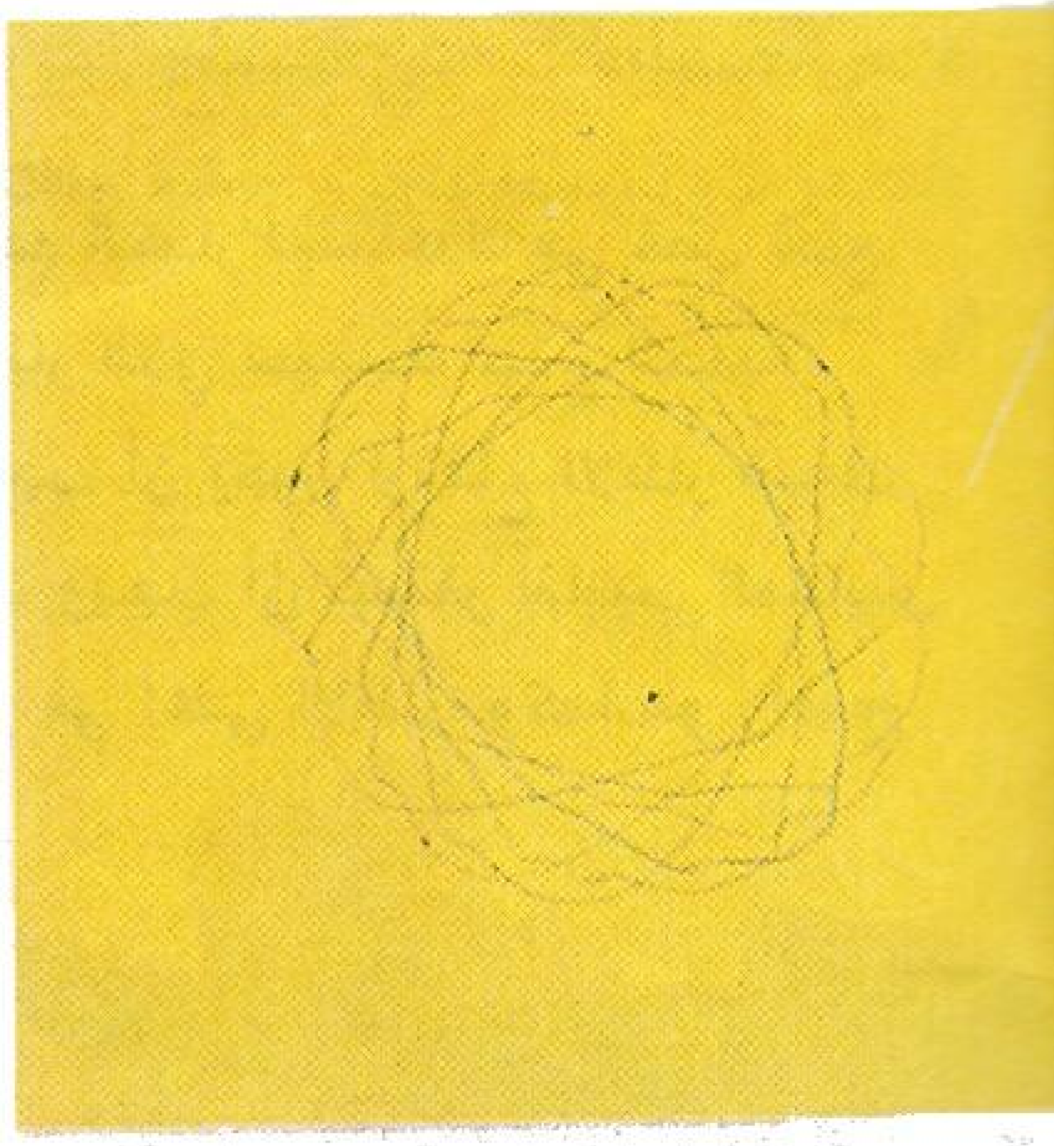
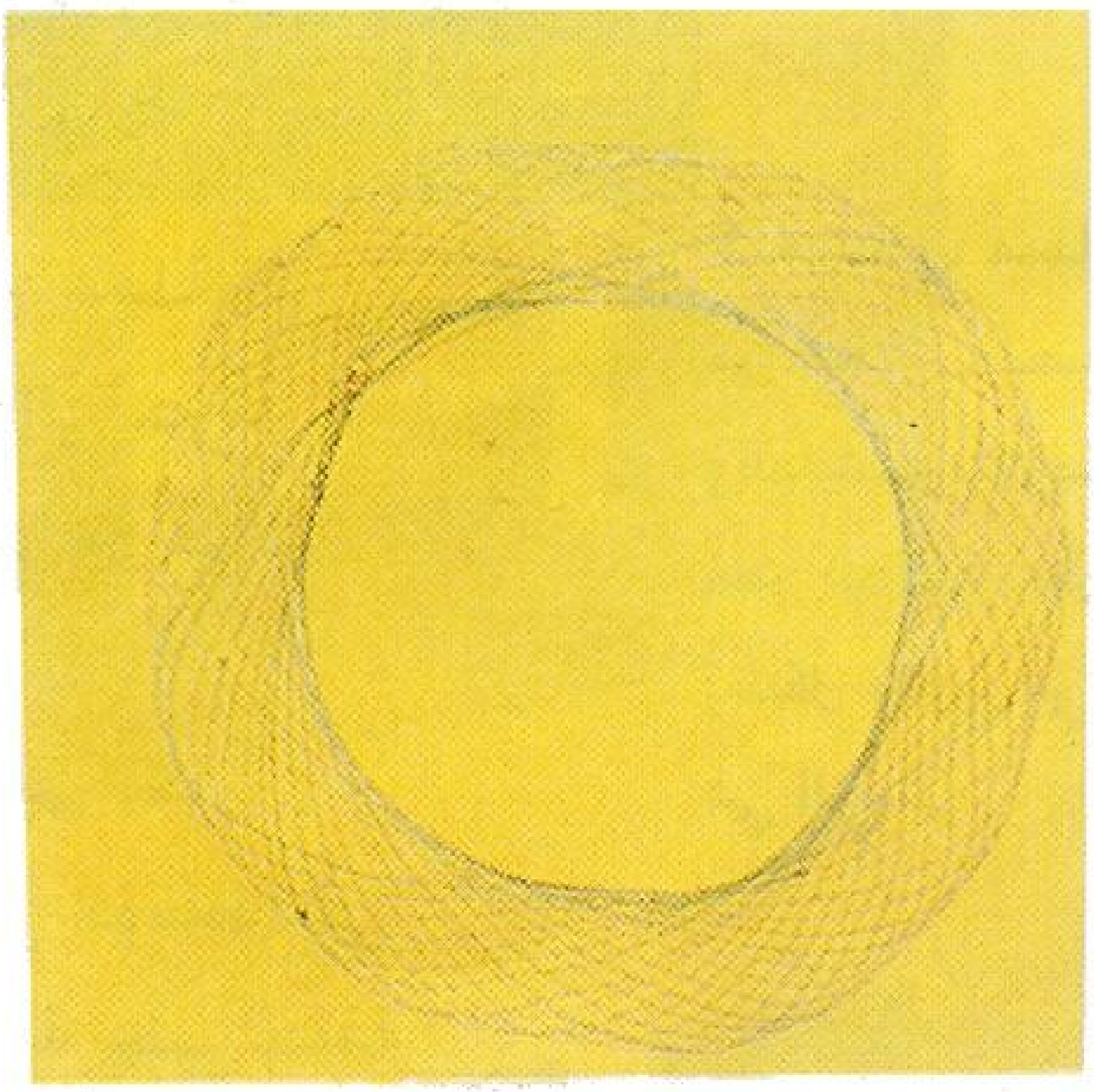
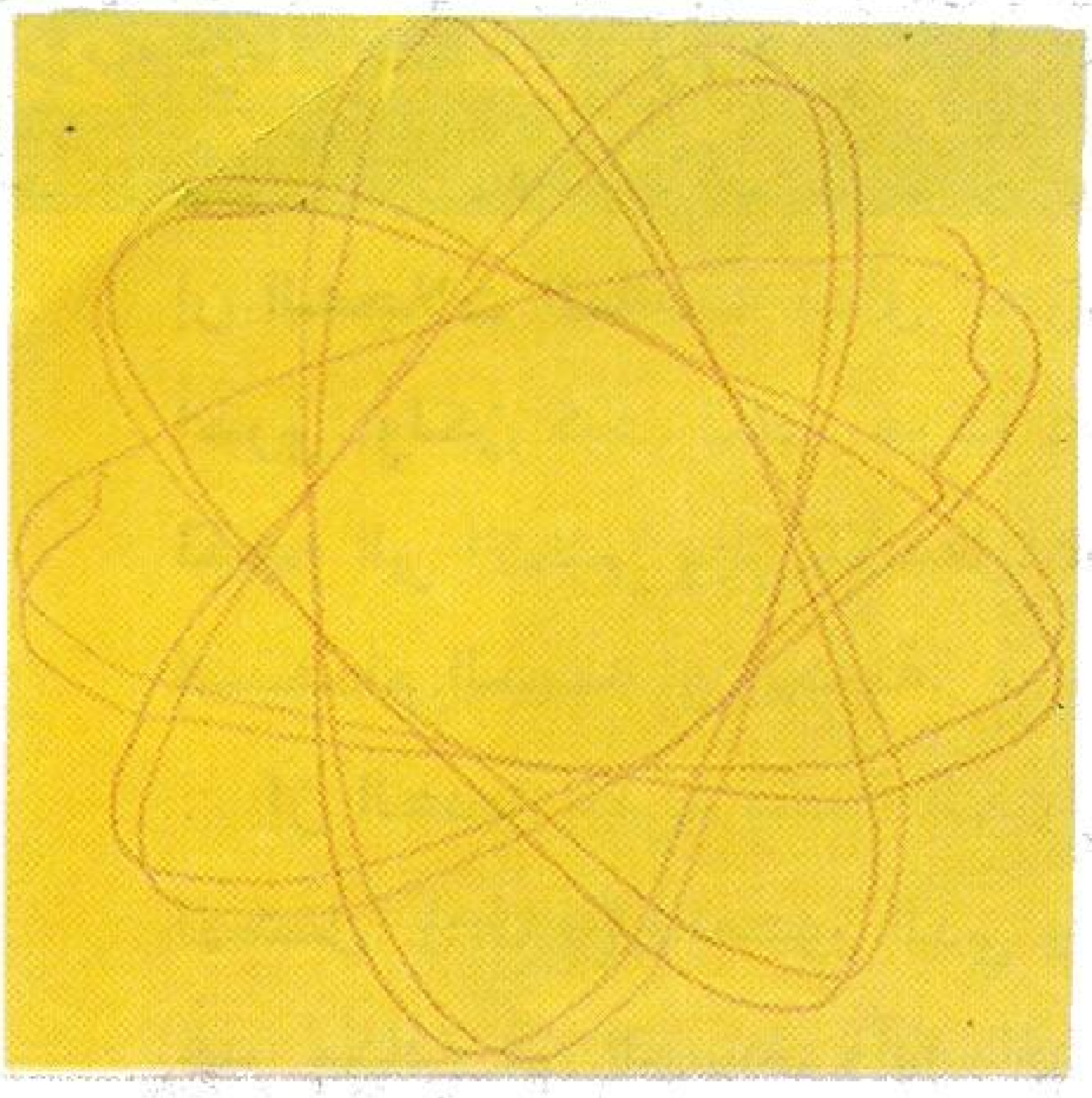
لوحة تثبّت عليها الدبابيس قلم

عجلات هي عبارة عن أغطية علب كارتون أو بلاستيك

3 – ضع ورقة على لوحة تثبيت الدبابيس، ثم ثبّت المربع الدائري الثقب على اللوحة.

4 – نفّذ ثقوباً صغيرة في عجلاتك وعلى أبعاد مختلفة من المركز. ويجب أن تكون هذه الثقوب كافية لكي يدخل من خلالها الرأس المدبب للقلم.



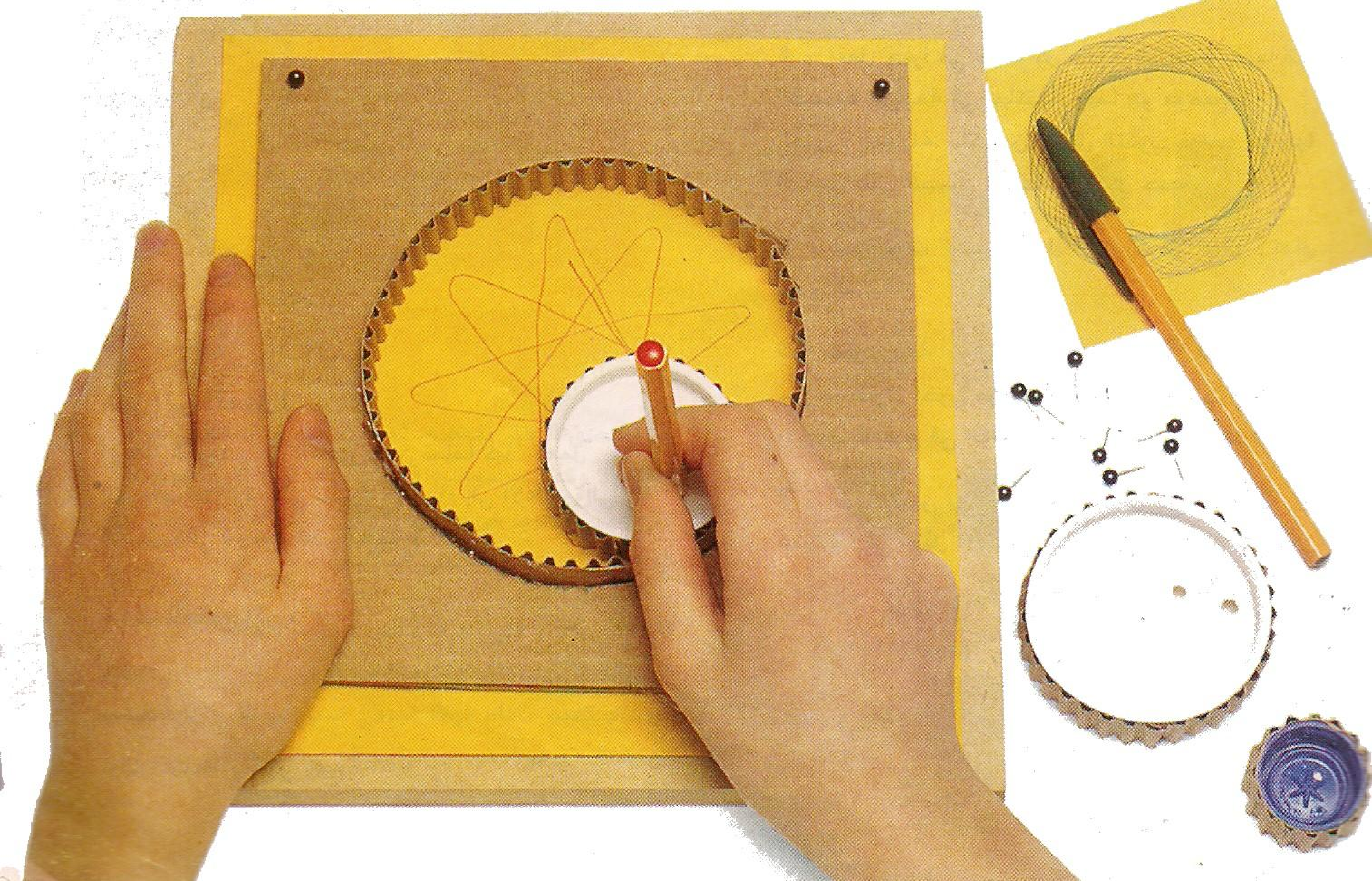
5 – ضع العجلة المسننة في الثقب الدائري الواسع الذي عملته في اللوحة، ثم أدخل نهاية قلم حبر جاف من خلال الثقوب الصغيرة بحيث يلامس الورقة.

6 – امسك اللوحة بإحدى يديك، واستعمل القلم لدفع العجلة بحذر حول المساحة الداخلية للدائرة الواسعة. ومع دورة العجلة، فإن القلم يرسم خطاً على الورقة.

7 – إستمر في دفع القلم والعجلة بشكل دائري لبناء شكل جميل من المنحنيات.

حاول أن ترسم رسوماً مختلفة باستعمال عجلات مختلفة الأحجام وذات ثقوب تقع على أبعاد متفاوتة من مركز العجلة.

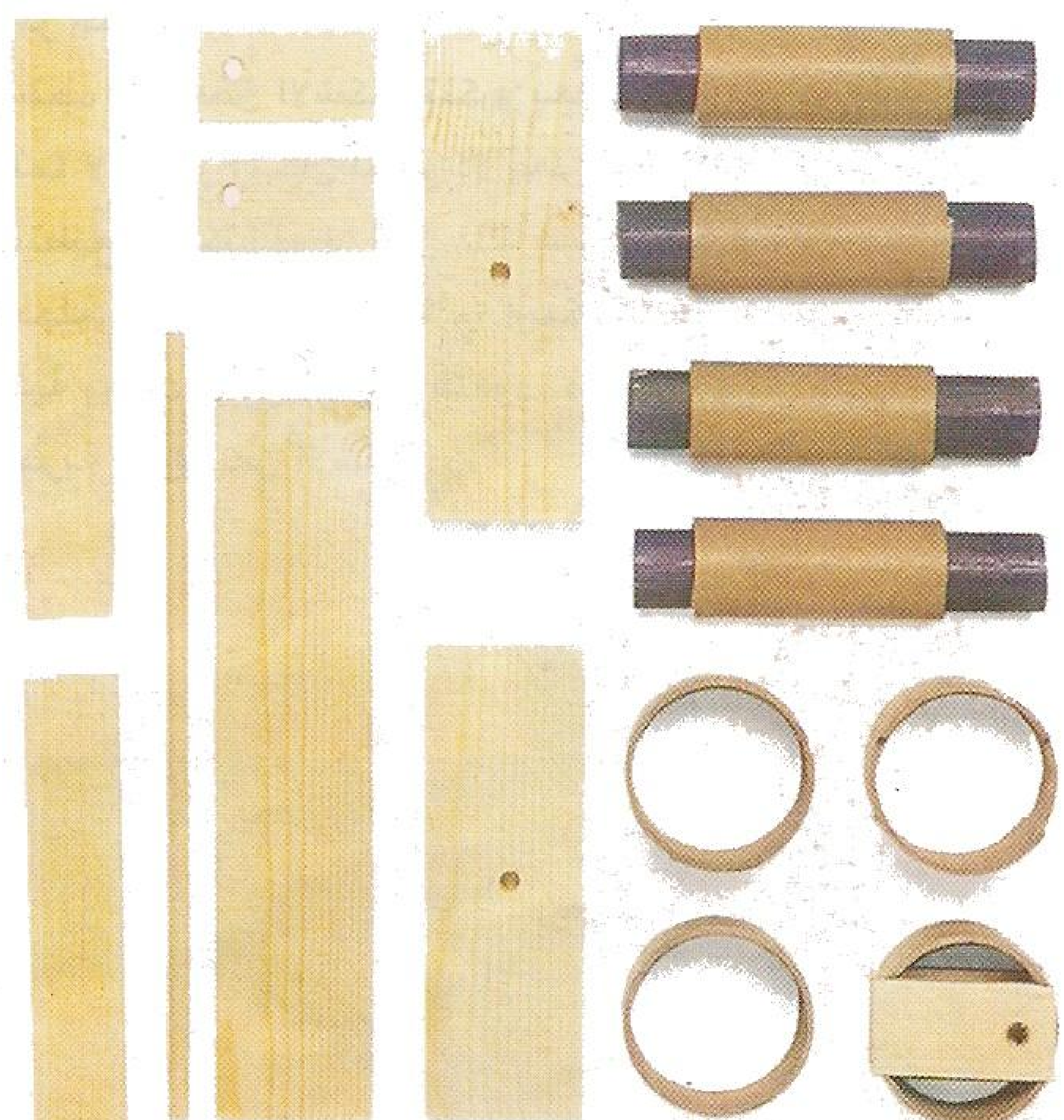
وستجد أن بعض الأشكال تتكرر بعد بضعة دورات فقط، بينما لا تتكرر أشكال أخرى إلاّ بعد دورات عديدة. هل تستطيع أن تكتشف إن كان ذلك بسبب عدد أسنان العجلة، أم بسبب موقع القلم؟ ويمكنك أيضاً إعداد لوحة ثانية بحيث تكون أحجام الثقوب مختلفة عن الأولى، لتجربة المزيد من الأشكال.



22 حدبة تحويل الحركة أو الكامة (cam)

إن العجلات المسننة تنقل الحركة من عجلة إلى أخرى؛ ولكن كيف تغير حركة دائرية إلى حركة تتجه إلى الأعلى وإلى الأسفل؟ الجواب هو في استخدام الحَدَبة أو الكامة.

إن الحدبة شيء يشبه العجلة، ولكن يكون الأكسل **(axle)** (المحور الذي يمتد في الوسط) في غير مكانه في الوسط. وإذا راقبت نقطة على حافة الحَدَبة، فستبدو لك حركتها إلى الأعلى وإلى الأسفل، مع دوران المحور الأكسل مرة بعد أخرى.



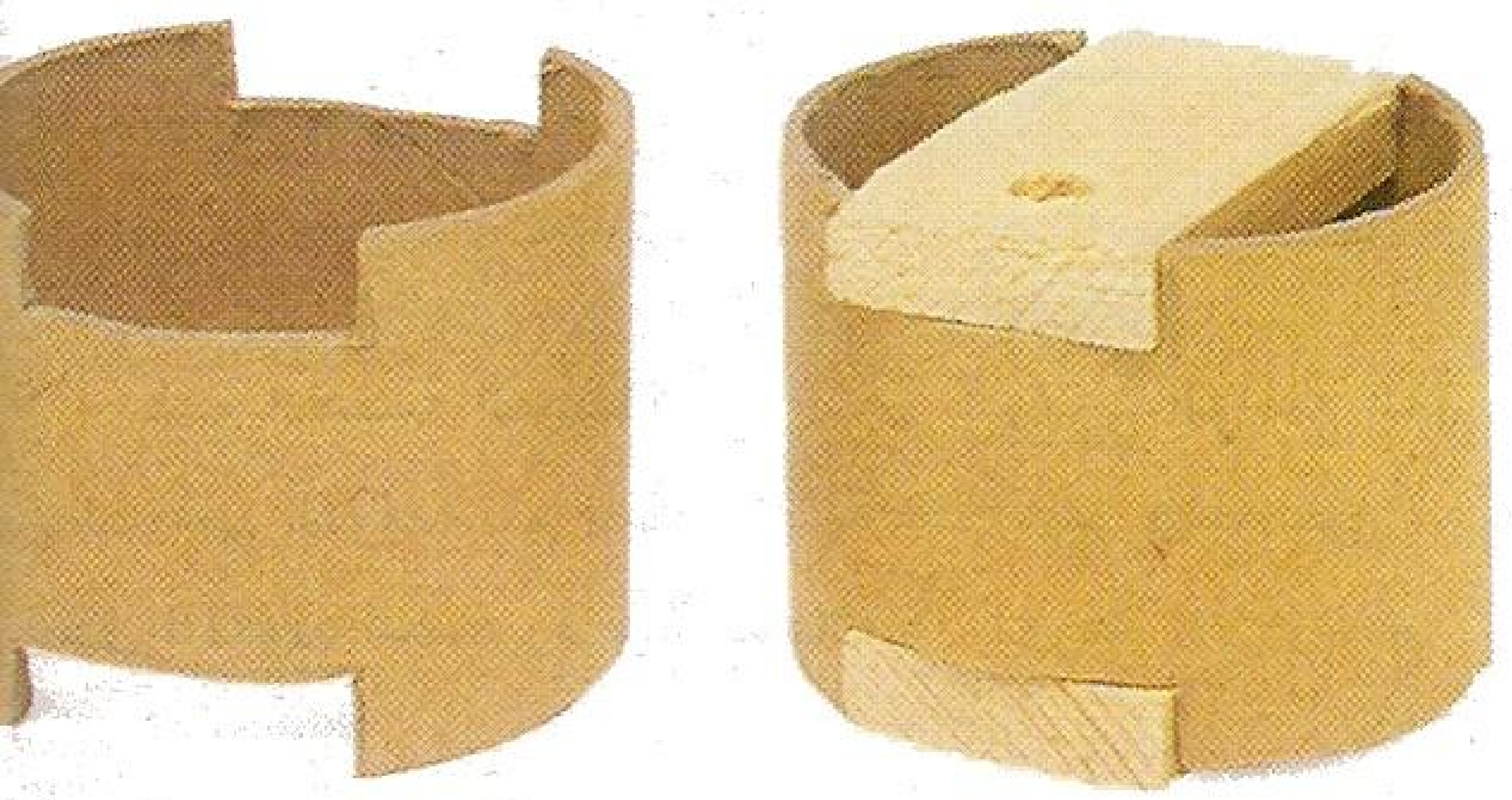
هيّا إلى العمل!

إن هذا النموذج من المحور يبين تماماً كيف تعمل الحدبات الدوّارة على تحريك الأشياء إلى الأعلى وإلى الأسفل وفي الوضع الذي تختاره.

سوف تحتاج إلى:

- خشب
- أنبوبان من الكارتون القوي
- صمغ قوي للخشب
- دبابيس
- أوتاد غليظة وأخرى رفيعة

1 - أُطلب مساعدة أحد الكبار ليساعدك في قص قطع من الخشب لصنع الإطار الذي سيمسك جذع الحَدَبة والمكابس الأربعة. ويجب أن يكون ارتفاع الإطار ضعف قطر الحدبة على الأقل. ويجب أن تستقر أنابيب المكابس بشكل دقيق في الفراغ في أعلى الإطار، وكما هو واضح في الرسم.



2 - إقطع الأنبوب الكارتوني إلى أربع حلقات، وهذه الحلقات ستكون الحدبات.

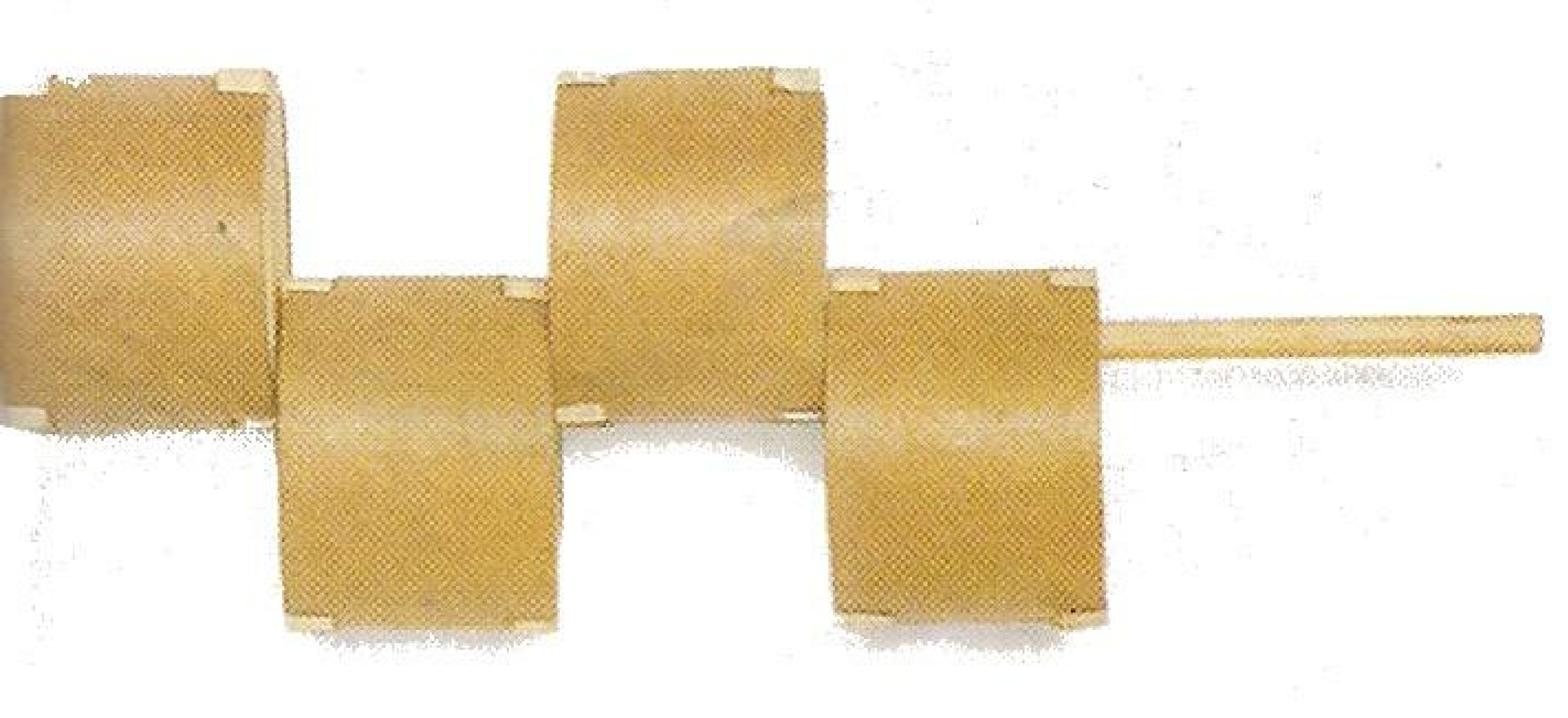
3 - إقطع ثمانية قطع رفيعة من الخشب، بحيث تدخل في الحدبات (الحلقات الكارتونية) وتستقر فيها تماماً. اجعل ثقباً في نهاية كل قطعة بحيث يكون قطر الثقب أكبر بقليل من قطر الوتد الخشبي الرفيع.

4 - إعمل حُفراً في حافة كل حَدَبة، ثم الصق فيها القطع الخشبية الرفيعة في أماكنها، وكما هو موضح في الصورة المقابلة. تأكد من أن كل الثقوب تواجه بعضها البعض على الجهات المتعاكسة لكل حدبة.

5 - حين يجف الصمغ أدخل الحدبات في الوتد لإكمال جذع الحدبة.

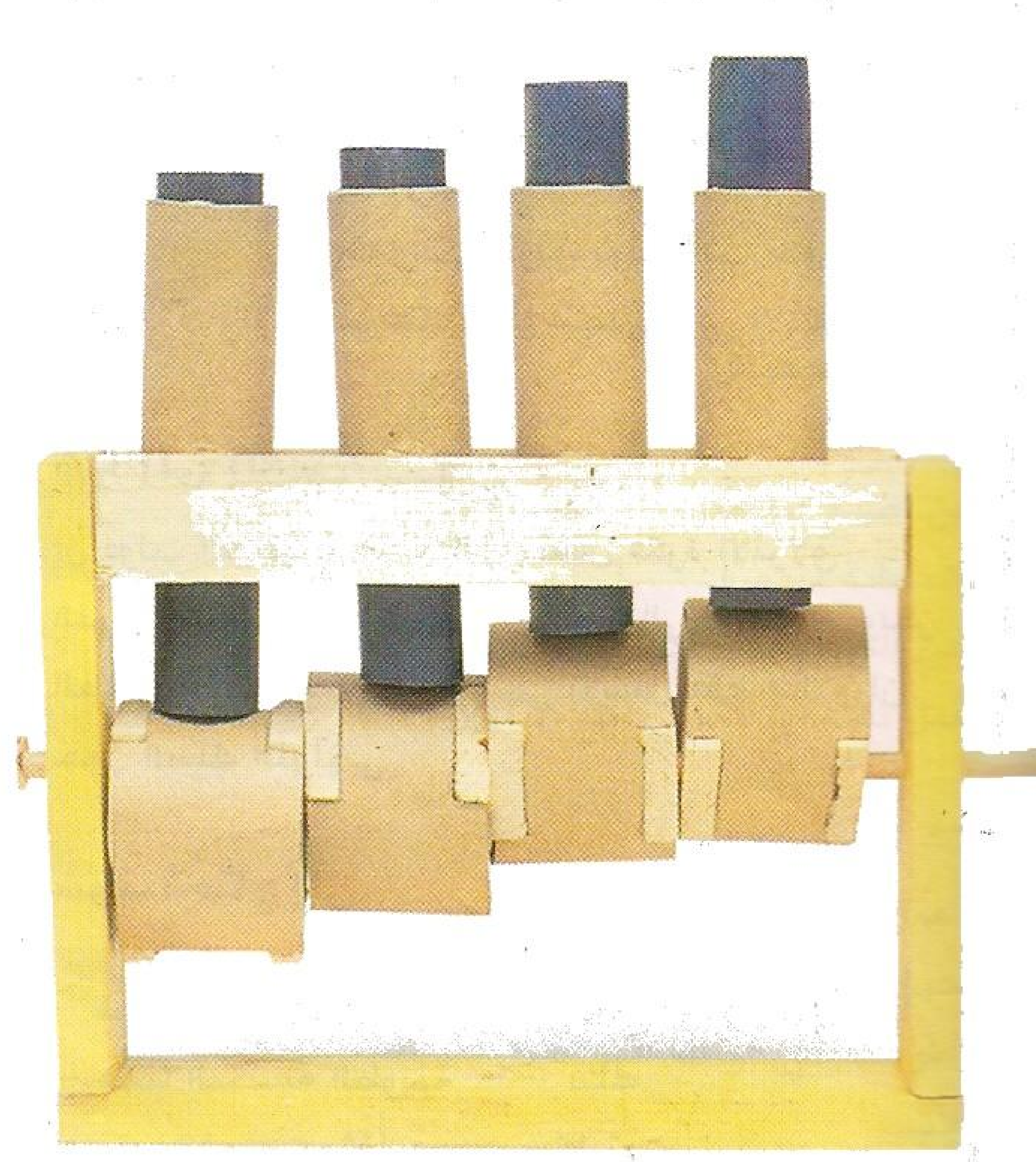
6 - قُص أربعة أطوال من أنبوب الكارتون الضيق، وأربعة أطوال أخرى من الوتد العريض، بحيث يدخل الأنبوب الرفيع في الوتد العريض. وستكون هذه المكابس.

7 - أثقب ثقبين يواجه أحدهما الآخر، في منتصف المسافة إلى أسفل الأجزاء الجانبية للإطار.



تستعمل محركات السيارات الحدبات لفتح الصمامات التي تسمح للبنزين بالتدفق، وتسمح بخروج الغازات، في اللحظة الصحيحة.





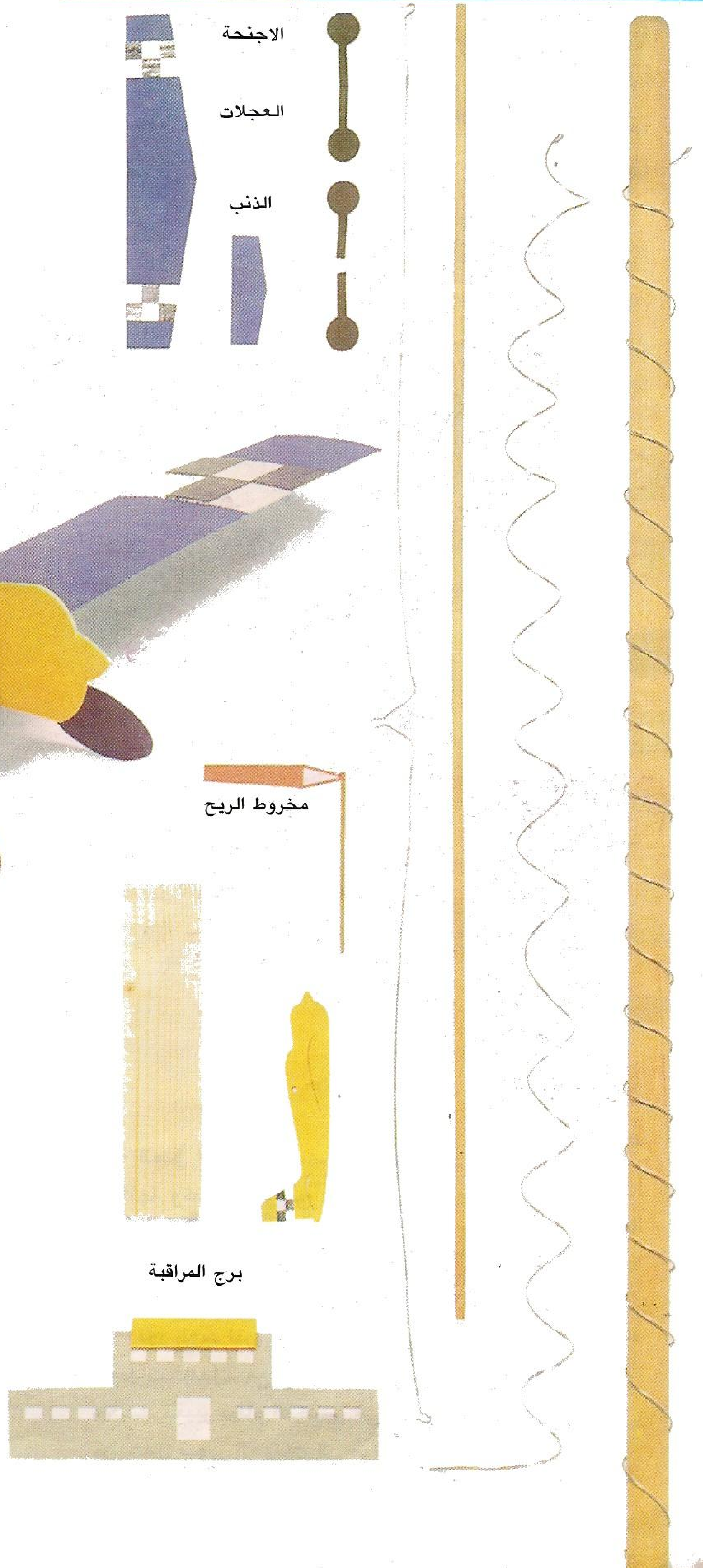
8 – الصق الإطار ببعضه، ثم ثبّت أنابيب المكابس في أماكنها، وكما هو موضح في الصورة، ثبّت جذع الحدبة من خلال الثقوب في جانب الإطار. أدخل المكابس الخشبية إلى داخل أنابيب المكابس.

9 – دوّر الوتد لترى كيف تعمل الحدبات. فحين تدور الحدبات فإنها تدفع المكابس إلى الأعلى وإلى الأسفل. ويمكنك تغيير نظام المكابس في صعودها ونزولها وذلك من خلال تدوير الحدبات إلى مواقع مختلفة على جذع الحدبة.

كل شيء فوق الأرض يتأثر بقوة غير مرئية تسمى الجاذبية. إن قوة الجاذبية تجذب الأشياء نحو الأرض. فإذا رميت كرة تنس من أعلى بناية مرتفعة، فإن الجاذبية تجعل الكرة تسقط إلى الأرض.

وإذا قفزت من حافة الغوص إلى وسط حوض سباحة، فإن الجاذبية سوف تسحبك إلى العمق. ولكن إذا كنت تحت منحدر مائي، فإنك سوف تنحدر إلى الأعماق، وبنفس زاوية المنحدر. وكلما كان المنحدر شديداً، كلما ازدادت سرعة انحدارك إلى الأسفل!





الانزلاق اللولبي

هل جربت الانزلاق اللولبي؟
إن الجاذبية تسحبك وأنت تنزلق بينما أنت تدور وتدور في دائرة، وتزداد سرعتك كلما انحدرت إلى الأسفل.

هيّا إلى العمل!

إن لولب الجاذبية هذا يعمل بنفس فكرة الانزلاق اللولبي. فالجاذبية تسحب الطائرة إلى الأرض – ولكن الطائرة تستطيع أن تتحرك إلى الأسفل فقط بالدوران حول السلك اللولبي.

سوف تحتاج إلى:

- قطعة من الخشب
- عصا المكنسة الطويلة
- وتد خشبي ومثقاب
- صمغ، وشريط لاصق،
- سلك
- كارتون

1 – لف سلك طويل حول عصا المكنسة، لتحصل على اللولب. إنتبه للمسافات بين حلقات اللولب، والتي يجب أن تكون متساوية.





2 – أطلب مساعدة أحد الكبار لعمل ثقب في اللوحة. ألصق الوتد في الثقب.

3 – ضع القضيب الملولب بالسلك فوق الوتد. إستخدم قطعة من الشريط اللاصق لتثبيته في مكانه على اللوحة.

4 – إصنع برج مراقبة ومخروط الريح ثم الصقها على القاعدة.

5 – إقطع الأجزاء المطلوبة لصنع الطائرتين. إعمل شقّين في جسم الطائرة، وأدخل الجناحين والذنب من خلالهما. ألصق العجلات تحت الأجنحة.

6 – أمسك هيكل إحدى الطائرتين بين أصبع إبهامك والسبابة لتتعرف على المكان الذي تتوازن فيه. إعمل ثقباً في مكان نقطة التوازن.

7 – إصنع علاّقة من السلك. واعمل عقدة في وسط العلاّقة بحيث تثبت فوق السلك الملولب. واطوِ نهايتي السلك على شكل كلاّب.

8 – علّق الطائرتين على الكلاّبين، وضع العلاّقة فوق قمة القضيب اللولبي. ودعها تنزلق، ولاحظ إن كانت ستنزلق بيسر إلى أسفل العمود اللولبي. وقد تحتاج إلى تغيير شكل عقدة العلاّقة ومنحنيات اللولب لكي تطير الطائرتين بشكل جيد.

إن بذور شجر الجميز تنمو بشكل زوجي. وكل بذرة لها جناحين متصلين بها، لذا فحين يسقط كل زوج من البذور، فإنها تدور وتدور حول نفسها. إن هذه الحركة الدائرية تبطىء من سرعة سقوط البذور، وبذلك تدفعها الرياح إلى مسافات أبعد من الشجرة الأم قبل أن تستقر أخيراً على الأرض.

26 لولب ارخميدس

إن اللوالب والحلزونات لها فائدة في نقل الأشياء إلى الأعلى، وإلى الأسفل. ومن أوائل الذين استخدموا اللولب كآلة رافعة، كان العالِم المعروف أرخميدس. لقد اخترع ذلك العالِم مضخة لولبية تستطيع أن ترفع الماء من مستوى منخفض إلى مستوى مرتفع – وبذلك يتدفق الماء إلى الأعلى رغم الجاذبية الأرضية.



هيّا إلى العمل!

إن هذا النموذج للولب أرخميدس ليس بالقوة الكافية، وكذلك لم يصنع من المواد المناسبة، لرفع الماء ولكنه يفيد في رفع حبّات الذرة الصغيرة، ويوضح الفكرة.

سوف تحتاج إلى:

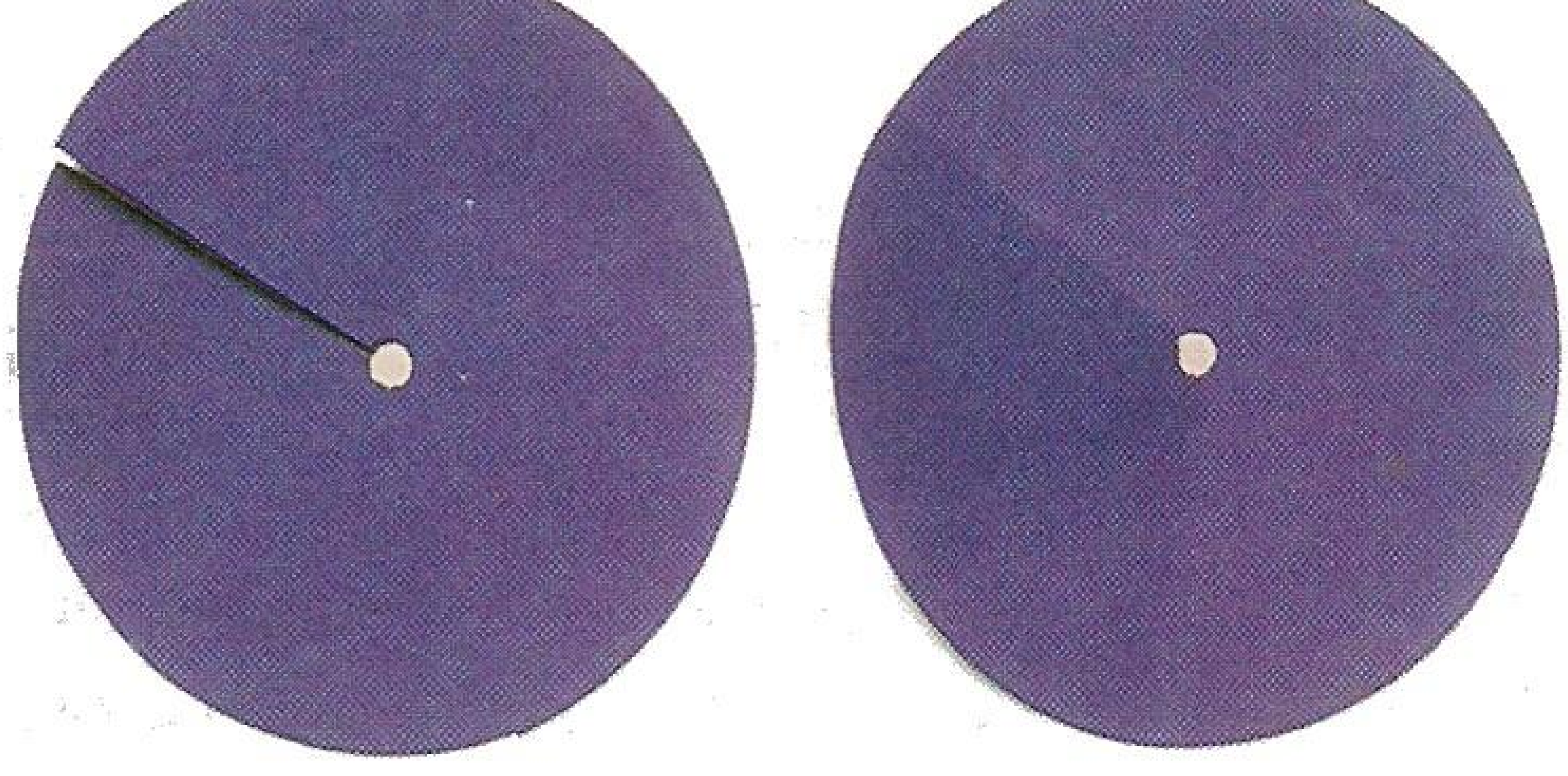
- وتد خشبي
- سكين حادة
- قنينة بلاستيكية
- صمغ
- دبوس رسم
- كارتون قوي

1 – أطلب مساعدة أحد الكبار ليساعدك في قطع أسفل القنينة، ولصنع فتحة على شكل مثلث، وكما هو موضح في الصورة.

2 – قص ستة أقراص من الكارتون، بحجم يكفي لكي تدخل وتستقر في أسفل القنينة البلاستيكية.

3 – اصنع ثقباً صغيراً في مركز كل قرص، وبنفس قطر الوتد الخشبي.

4 – اصنع شقاً في كل من الأقراص من الكارتون، مبتدئاً من الثقب المركزي وإلى محيط القرص.

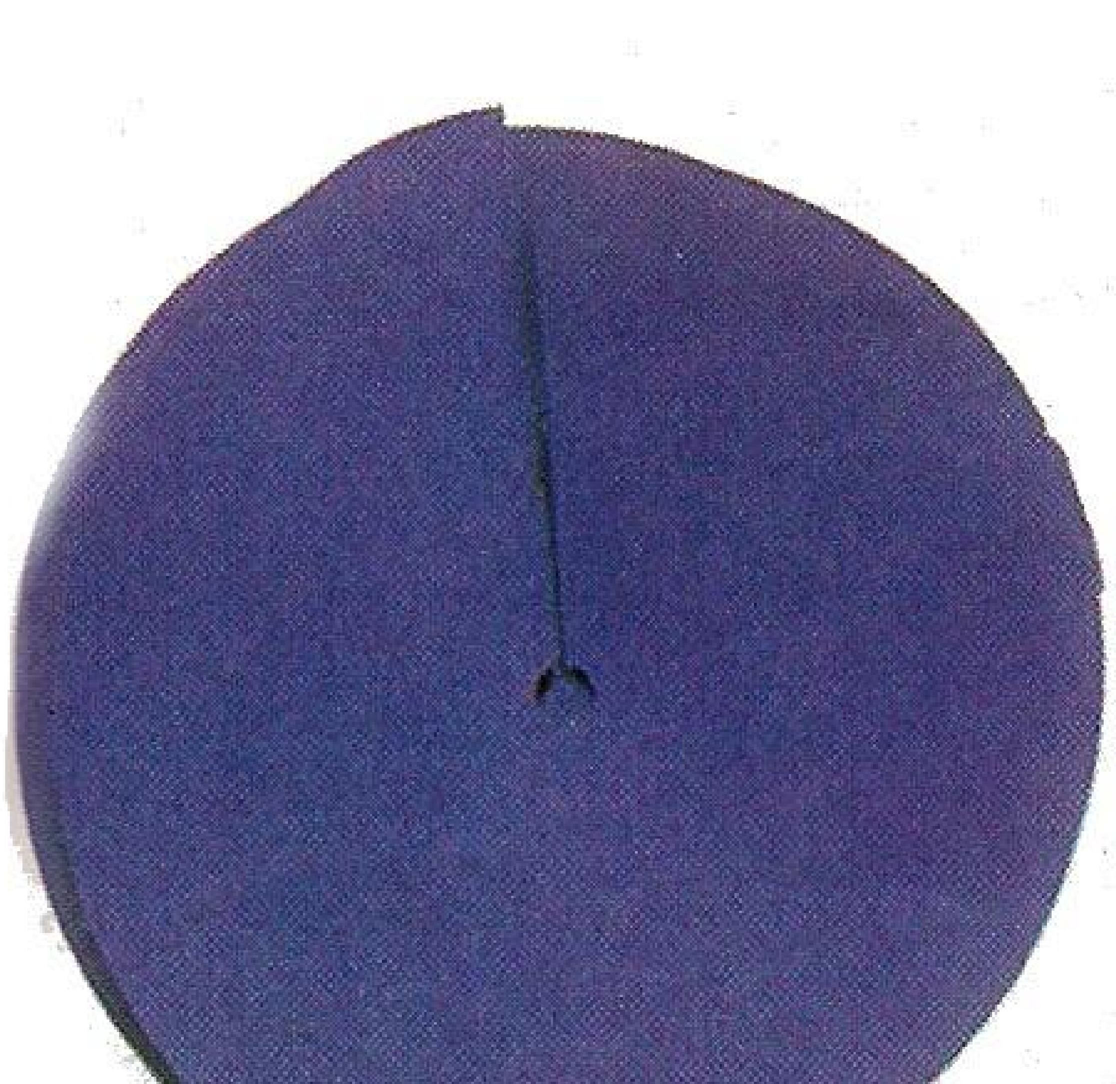


5 – والآن أربط الأقراص لصنع الشكل اللولبي. خذ قرصين، ثم الصق حافة الشق في أحد جانبي القرص على الشق في القرص الثاني.

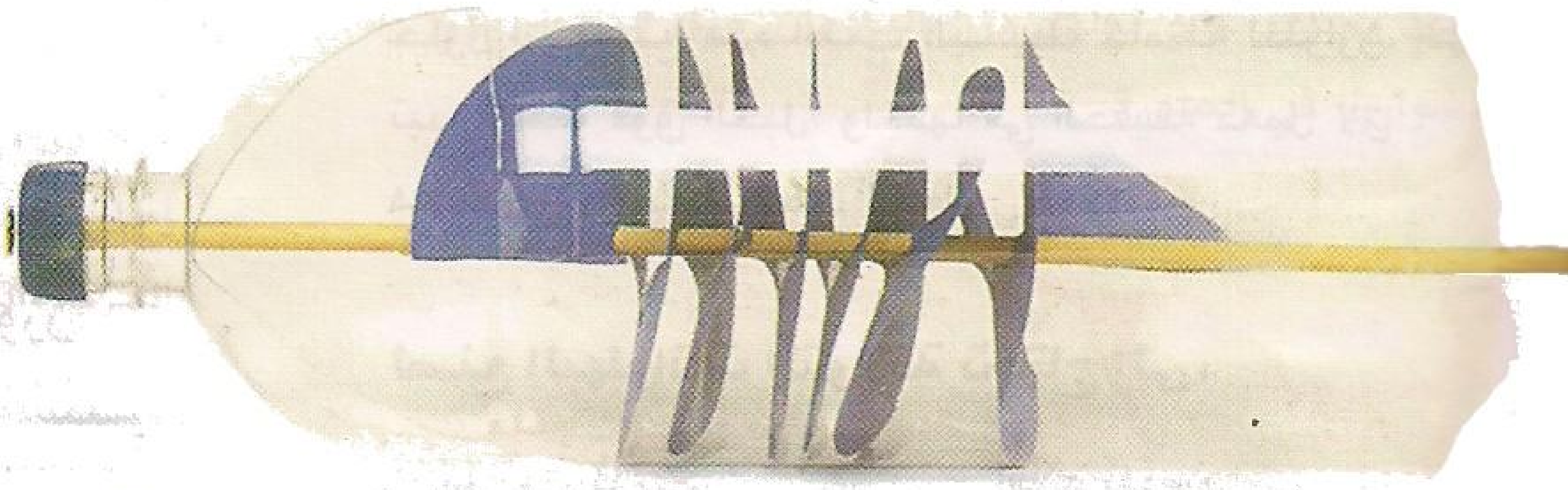
6 – بعد ذلك، ألصق الحافة السائبة للشق في القرص الثاني مع الحافة المعاكسة للشق في القرص الثالث.

7 – واصل إلصاق الحافات بهذه الطريقة، حتى تتلاصق الأقراص الستة بشكل لولبي.

8 – إدفع الوتد من خلال الثقوب في مراكز الأقراص، ومدّد اللولب على طول الوتد وكما موضح في الرسم. ألصق النهايتين السائبتين لهذا اللولب الكارتوني بشكل ثابت في الوتد.







9 – أدخل اللولب الكامل داخل القنينة. أمسكها جيداً، مع ضع دبوس الرسم من خلال قمة القنينة وحتى نهاية الوتد الخشبي.

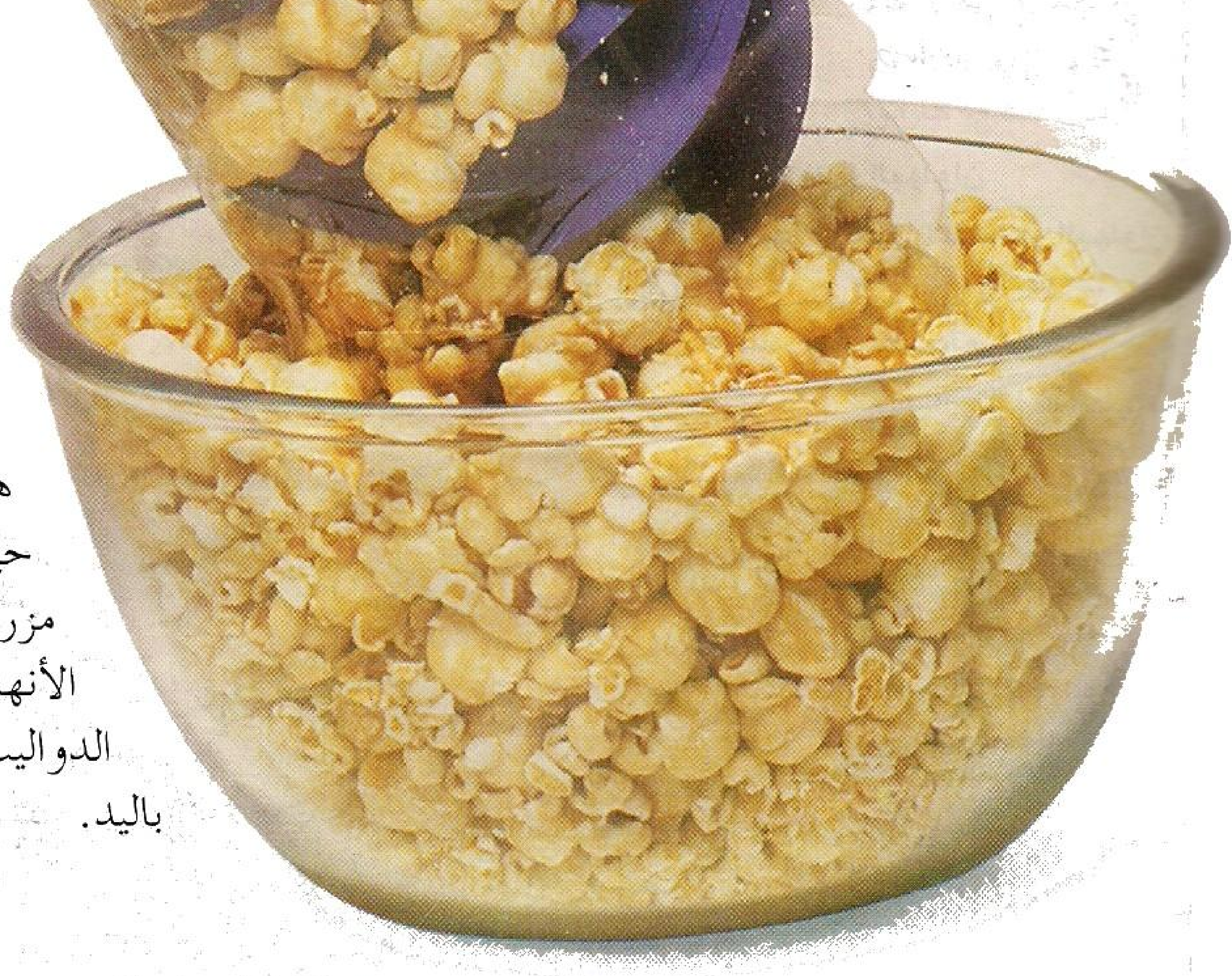
10 – والآن إختبر هذا اللولب الذي صنعته. أغمس القنينة في صحن عميق من الذرة، ثم دوّر الوتد برفق بأناملك لشفط بعض الذرة من الصحن إلى الخارج.

يستعمل لولب أرخميدس في حاصدات لشفط الحبوب إلى حاويات الخزن.





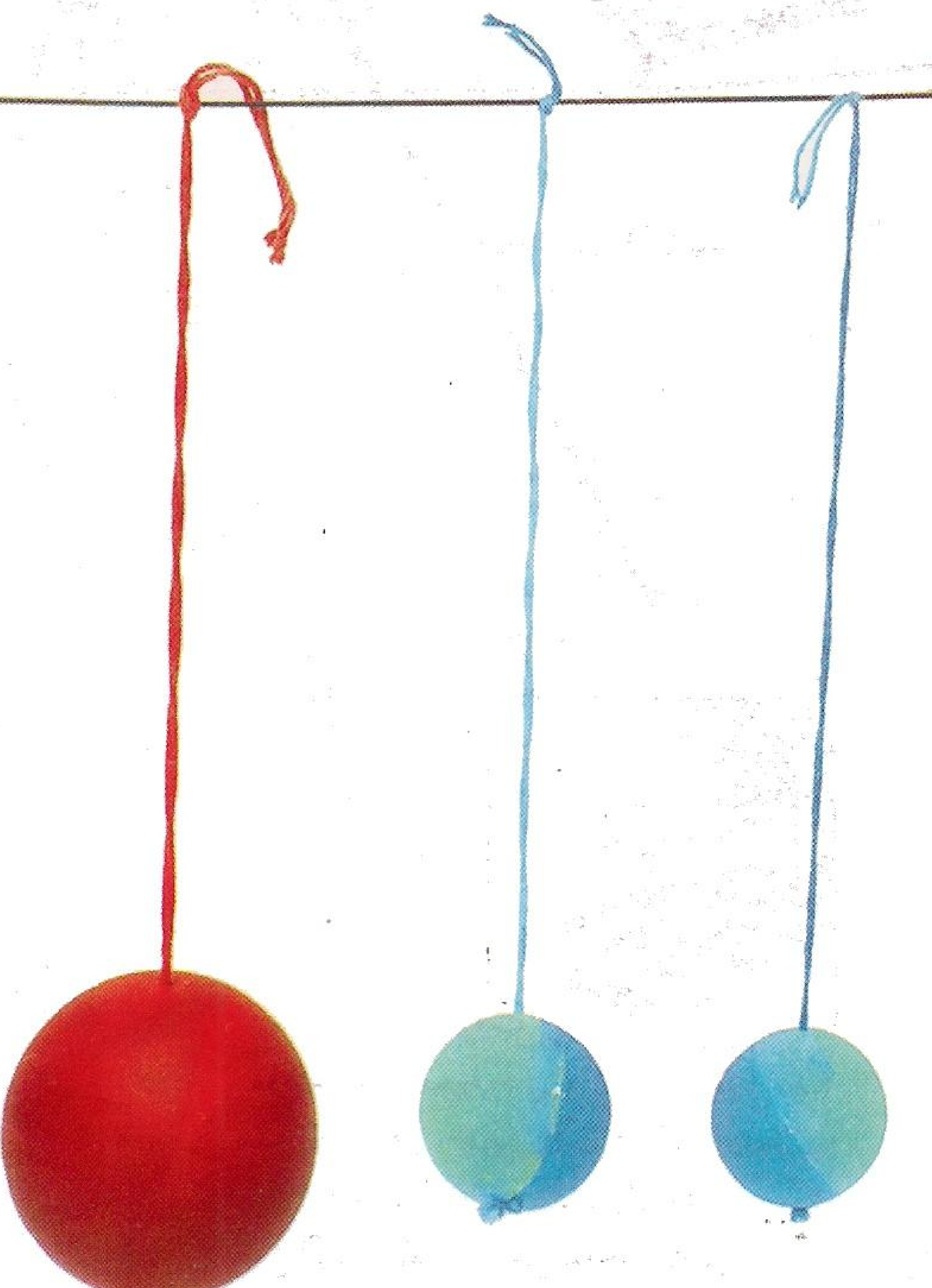
إن هذه اللوالب تشبه الحدبة في عملها؛ فهي طريقة لتغيير نوع من الحركة إلى نوع آخر. ولولب الذرة هذا يغيّر الحركة الدائرية إلى حركة شافطة إلى الأعلى.



بالرغم من مرور أكثر من ألفي عام على اختراع لولب أرخميدس، فهي ما تزال مستعملة لحد الآن. ويستعمل هذا اللولب في بعض الأجزاء في أفريقيا، حيث يستعمله المزارعون لري مزروعاتهم. فهذه اللوالب ترفع الماء من الأنهار إلى قنوات الري. وتتحرك هذه الدواليب بواسطة الحيوانات، مثل الثور، أو باليد.

28 التوازن

إن الجاذبية تجذب الأشياء إلى الأرض، لذا، فإن التعلق بأرجوحة التريض (العقلة) والبقاء عليها، هو أسهل من التوازن على حبل مرتفع. إن وزن البهلوان المتعلق بالعقلة يتعلق بيديه الممسكتين بالعقلة؛ لذا فما دامت يدا البهلوان قويتان وقادرتان على حمل وزنه، فإنه لن يسقط. ولكن البهلوان الذي يسير على الحبل الرفيع، يكون وزنه كله فوق قدميه - فإذا مال البهلوان قليلاً، فإنه سوف يسقط من فوق الحبل.



رقّاص الساعة

يتركّز وزن الرقاص في أكثر الأمكنة انخفاضاً. إذا تم دفع الرقاص جانباً فتستعيده قوة الجاذبية.

هيّا إلى العمل!

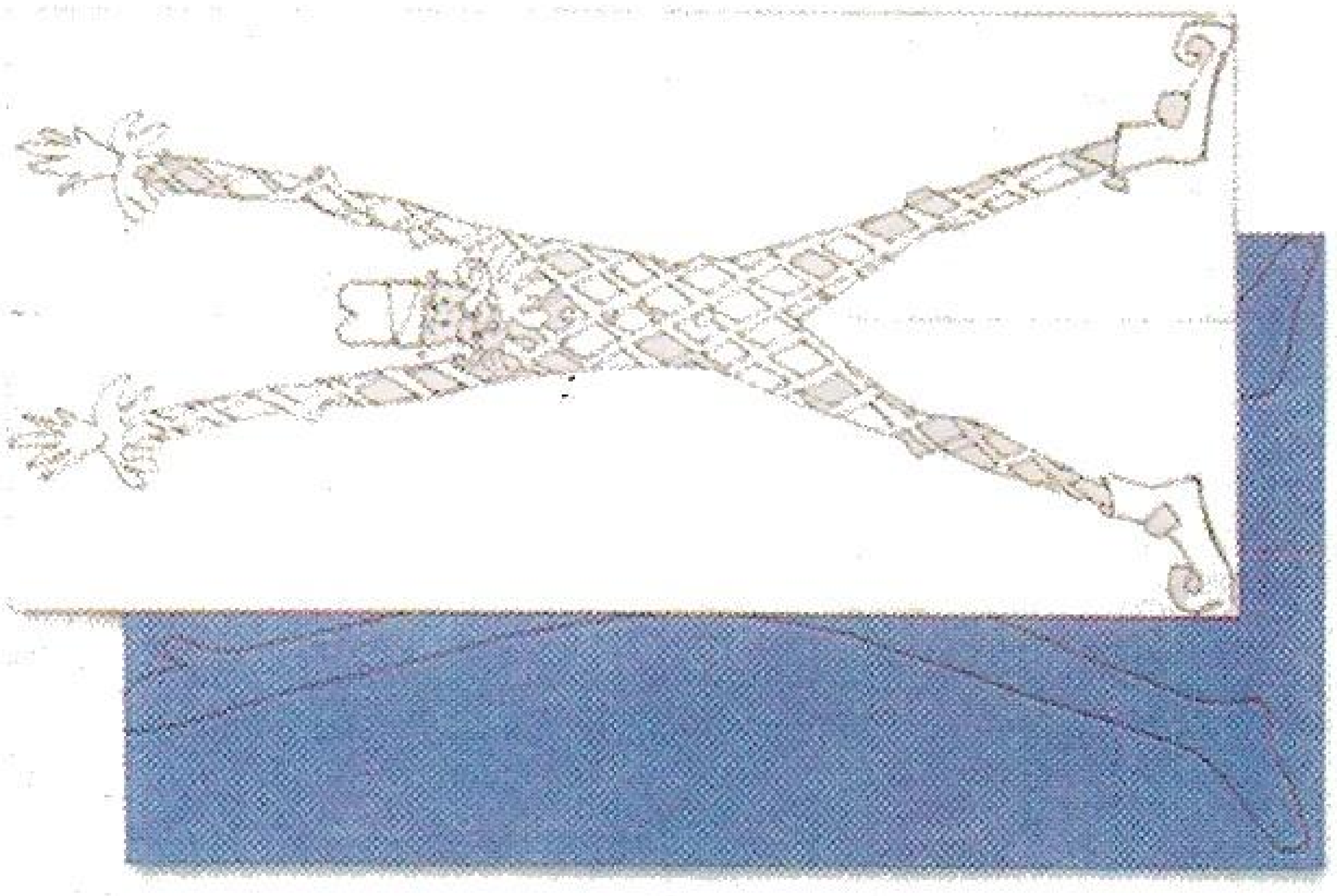
حاول أن تصنع هذه اللعب البسيطة كأمثلة للتوازن. إنها تبدو واقفة فوق الحبل، ولكنها في الحقيقة تعمل لأن معظم وزنها معلّق تحت الحبل.

لصنع البهلوانات المتوازنة تحتاج إلى:

- كارتون قوي
- أقلام تلوين
- فلكات معدنية صغيرة
- صمغ ومقص

1 - أرسم بهلواناً على قطعة من الكارتون. ويجب أن تكون الجهة اليسرى متطابقة تماماً مع الجهة اليمنى للبهلوان.

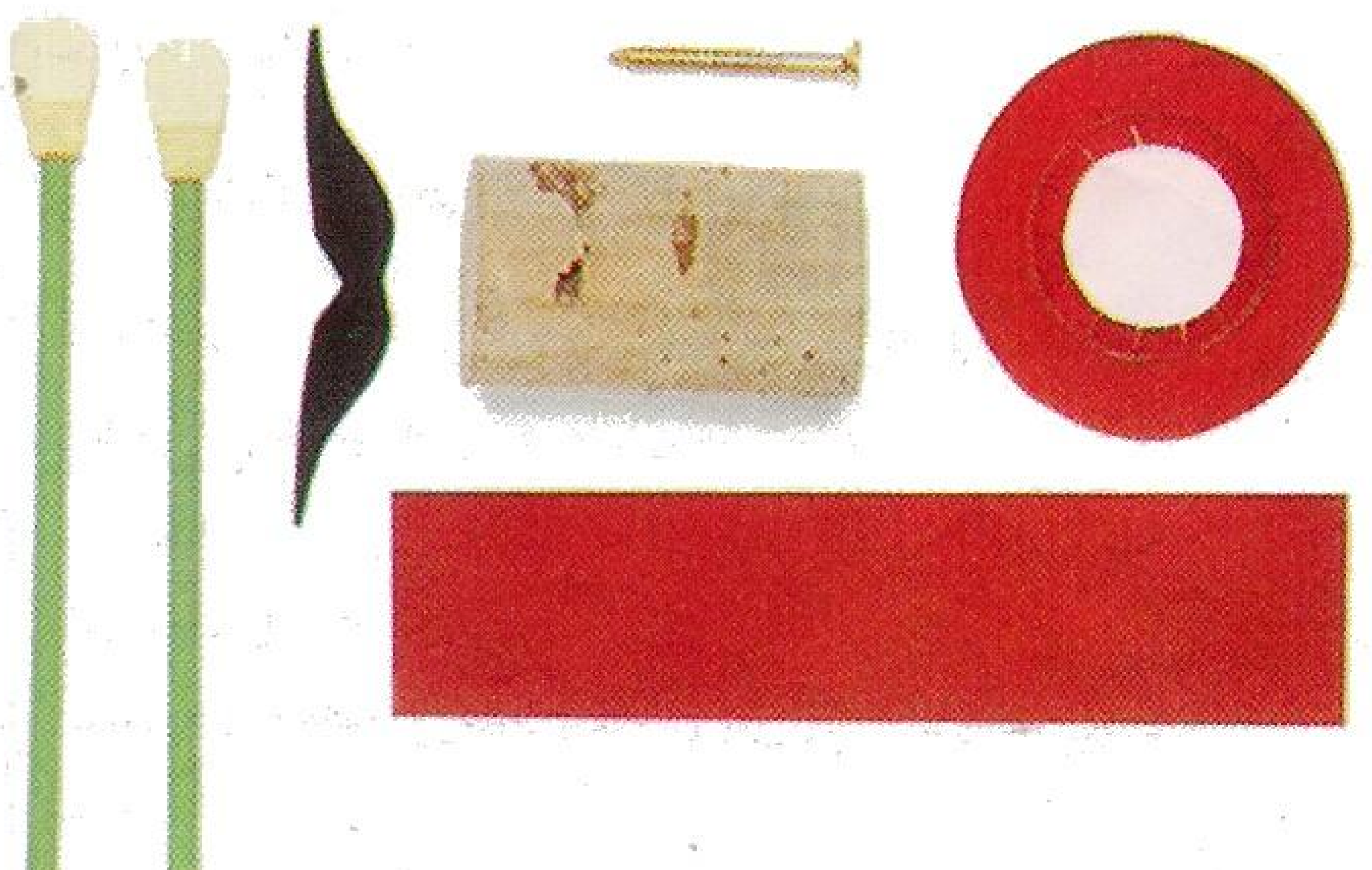
2 - إقطع الرسم ليكون لك بهلواناً مجسماً. إعمل ثقباً صغيراً في قبعته لتحديد مكان توازنه على الحبل.





3 - ألصق فلكة في كل يد من يدي البهلوان.

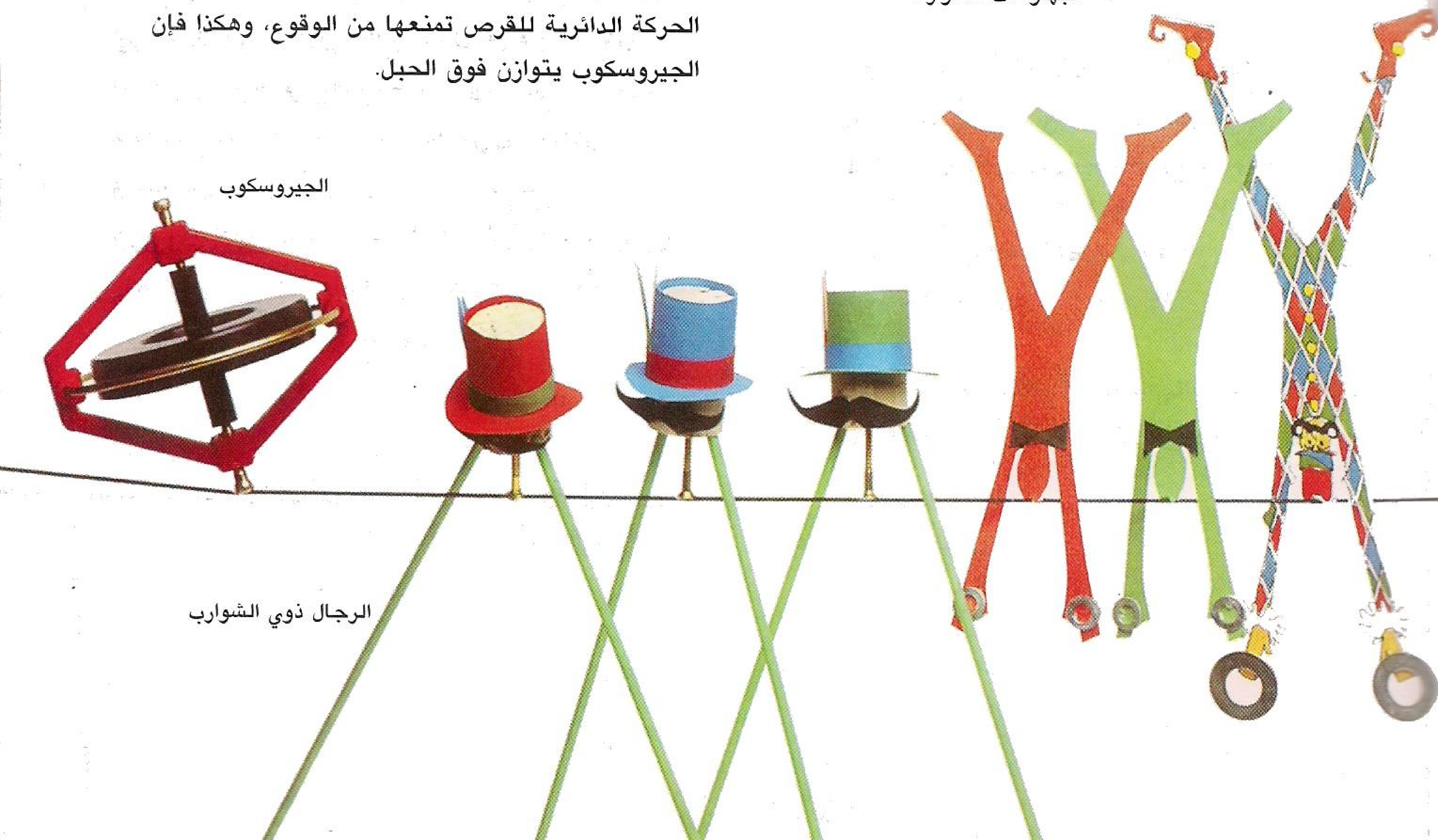
إن وزن الفلكة التي ستكون تحت الحبل ستساعد البهلوان على التوازن فوق الحبل.



يقوم بعض البهلوانات بالإمساك بقضيب طويل مرن، حيث يساعد على تقليل وزن البهلوان، مثل الرجال ذوي الشوارب في الصورة.

الجيروسكوب

الجيروسكوب هو آلة تبدو وكأنها تواجه قوة الجاذبية. ويحتوي على قرص معدني ثقيل، يدور حول محور داخل إطار. ورغم أن الجاذبية تجذب الآلة إلى الأسفل، فإن الحركة الدائرية للقرص تمنعها من الوقوع، وهكذا فإن الجيروسكوب يتوازن فوق الحبل.



لصنع رجال ذوي شوارب،

تحتاج إلى:

- إبر حياكة
- براغي من النحاس
- مقص، صمغ، كارتون،
- فلينة

1 – قص قطع الشوارب والقبعات. ألصقها على الفلينة، كما في الرسم.

2 – أدخل برغي في اسفل الفلينة.

3 – أطلب مساعدة احد الكبار ليساعدك في إدخال إبرتي حياكة في الفلينة، بزاوية من كل جانب.

مثل البهلوانات، فإن الرجال ذوي الشوارب يتوازنون على الحبل لأن معظم وزنهم يتحول إلى إبر الخياطة تحت الحبل.



الجيروسكوب له خاصية مفيدة – فما أن يبدأ بالدوران، فإن محوره يبقى متجهاً إلى نفس الاتجاه طالما استمر بالحركة بحرّية. وقد استفاد العلماء في القرن العشرين من هذه الخاصية لتطوير نوع جديد من البوصلة – البوصلة الجيروسكوبية (**gyrocompass**)، والتي تستعمل اليوم في السفن وفي الطائرات.

30 الهواء المضغوط (pneumatic)

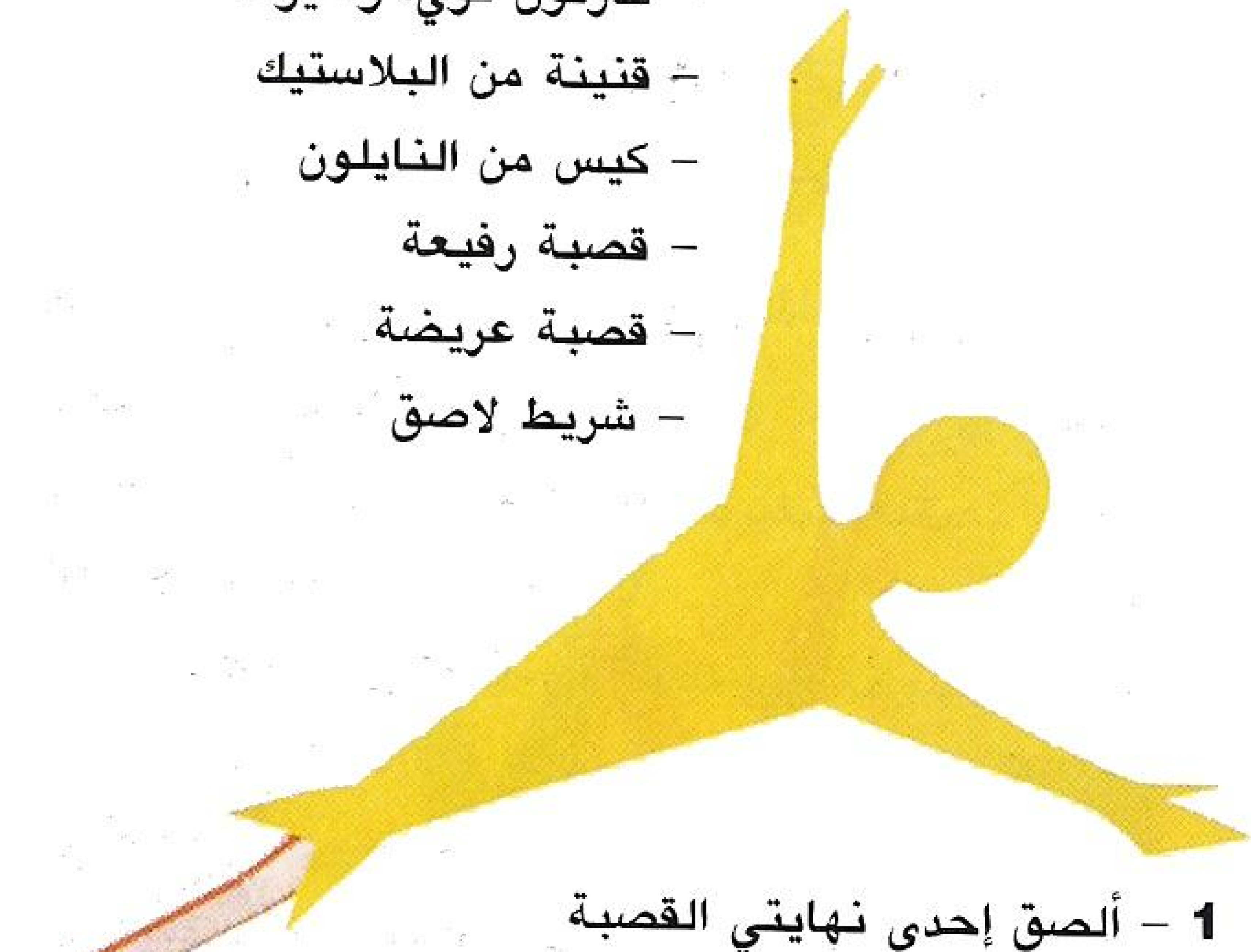
الآلات الهوائية أو الغازية، هي الآلات التي تنقل القوة من مكان إلى آخر. نحن نظن أن الهواء ضعيف وخفيف، ولكن في الحقيقة، فإن الهواء يمكن أن يكون بقوة هائلة إذا ضُغِط (compressed) أو كُبس. فمثلاً، الإعصار يمكن أن يقتلع الأشجار من أماكنها وحتى الأبنية. والهواء الذي يملأ عجلات السيارة يمكنه أن يحمل وزن شاحنة نقل، أو حتى طائرة جامبو.

هيّا إلى العمل!

إن فكرة هذا الرجل الهوائي هي إطلاق الرجل – كإطلاق الطلقة من المسدس – وذلك بأن نضغط القنينة البلاستيكية، فيندفع الهواء بقوة إلى الخارج عبر القصبة فيدخل الرجل الهوائي مثل كرة المدفع.

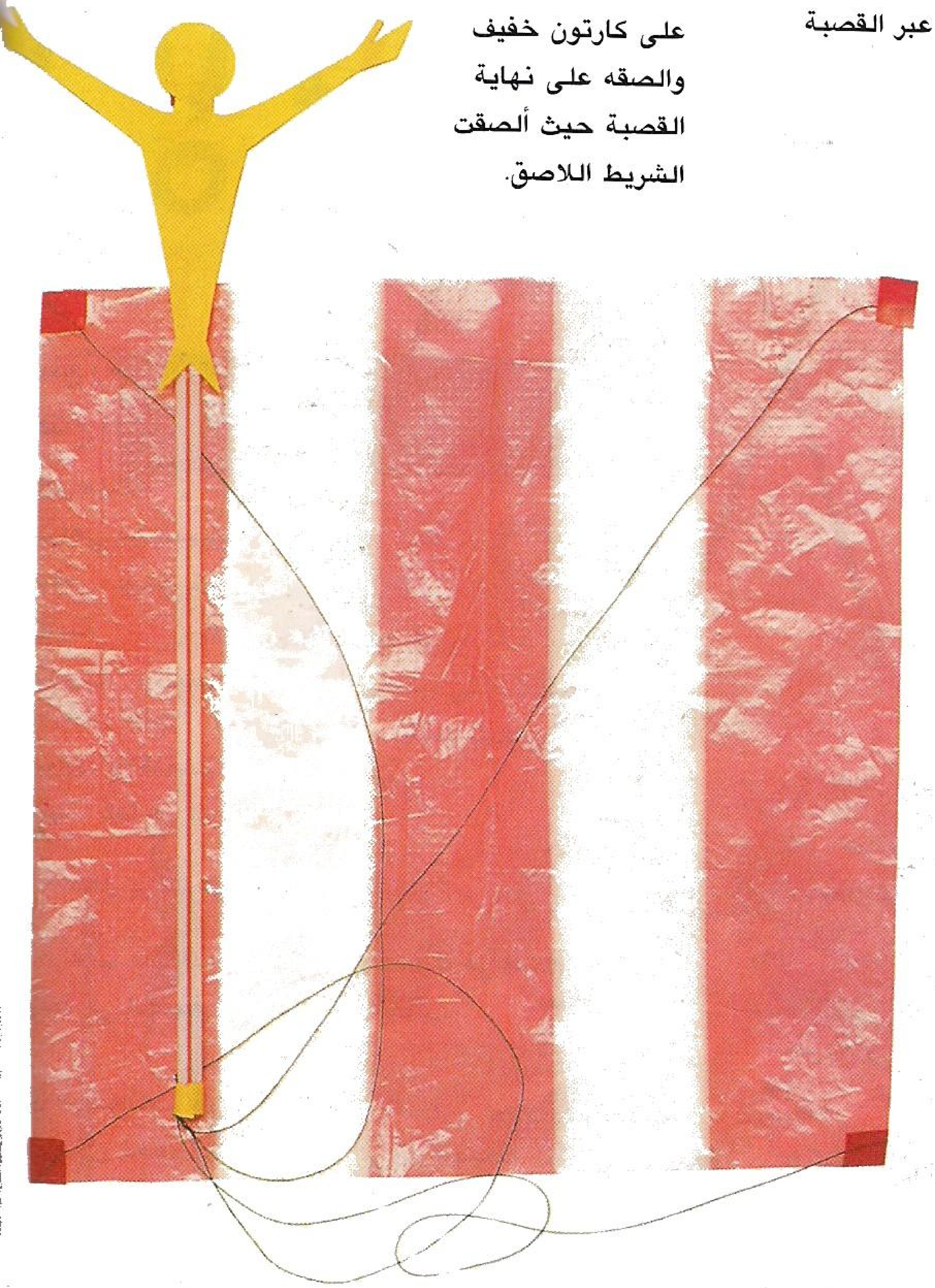
سوف تحتاج إلى:

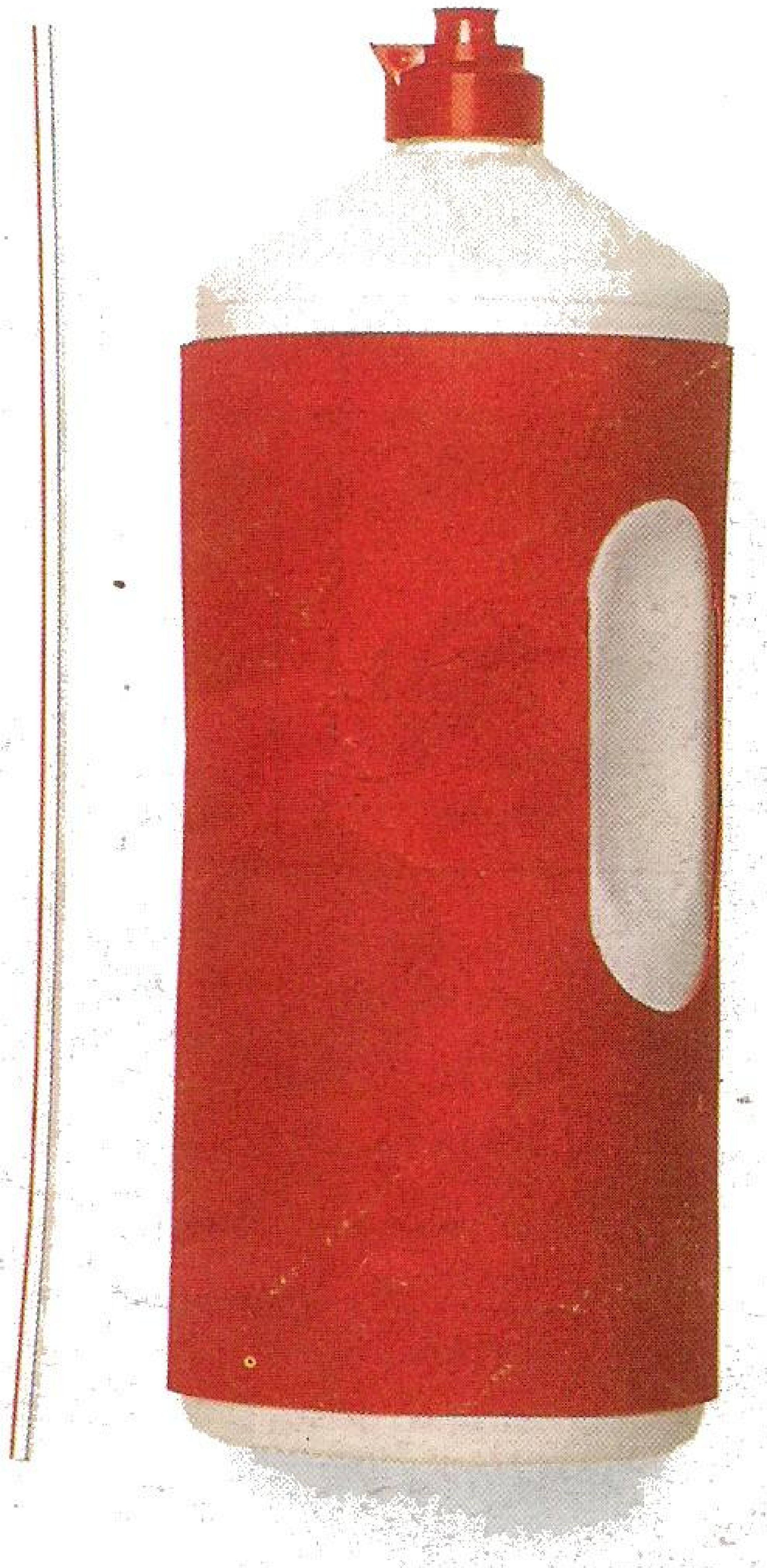
- كارتون قوي، وخيوط
- قنينة من البلاستيك
- كيس من النايلون
- قصبة رفيعة
- قصبة عريضة
- شريط لاصق



1 – ألصق إحدى نهايتي القصبة العريضة بقطعة من الشريط اللاصق.

2 – قص شكل الرجل على كارتون خفيف والصقه على نهاية القصبة حيث ألصقت الشريط اللاصق.





3 – أدخل القصبة الرفيعة من فتحة القنينة البلاستيكية، ويمكنك أن تسد الفراغ بقليل من الطين الصناعي أو الصمغ.

4 – أدخل القصبة العريضة فوق القصبة الرفيعة وثبّتها جيداً.

5 – والآن أعصر القنينة بقوة. فهذا الهواء الذي تسلط عليه ضغطاً داخل القنينة، سيندفع، وينطلق عبر النهاية المسدودة للقصبة العريضة ليخرج إلى خارج القنينة. فينطلق الرجل الهوائي ويطير في خط منحنٍ، تماماً مثل قطع الإسفنج التي أطلقناها من المنجنيق على صفحة**9**.

المظلة (الباراشوت)

إذا انطلق الرجل الهوائي إلى ارتفاع عالٍ يمكنك حينذاك أن تجهزه بمظلة – باراشوت – لكي يهبط بها هبوطاً آمناً.



1 – قص قطعة مربعة من كيس النايلون ضلعها **18** سم.

2 – ألصق خيوطاً متساوية الطول في نهاية كل ضلع من أضلاع المربع الأربعة. ثم ألصق نهايات الخيوط بنهاية القصبة العريضة.

3 – اطوِ المظلة وضعها إلى جوار القصبة.

4 – أطلق الرجل الهوائي بنفس الطريقة، وسوف تنفتح المظلة، وتنزل الرجل برفق إلى الأرض.

حين يهبط الرجل بمظلته، تمتلىء هذه بالهواء. ويعمل الهواء الذي يدفع المظلة من الأسفل إلى الأعلى على إبطاء هبوط الرجل، تماماً مثل الورقة أو الريشة التي تسقط من ارتفاع إلى أسفل، حيث يكون هبوطها بطيئاً بسبب مقاومة الهواء.



الإطارات الهوائية

الإطارات الهوائية هي إطارات تُملأ بهواء مضغوط. وقبل اختراع هذه الإطارات، كانت الإطارات المستعملة للدراجات والعربات، مصنوعة من المطاط القوي. أما الإطارات الهوائية فإنها تعتبر تقدماً وتحسيناً كبيراً، وذلك بسبب مرونته، وبذلك تكون الإطارات مريحة أكثر بكثير من الإطارات المصنوعة من المطاط القوي.

عام **1888**، توصل العالِم جون دنلوب إلى اختراع الإطارات الهوائية. وقد جاءته فكرة هذا الاختراع، حين رأى ابنه يركب دراجة ثلاثية العجلات فوق أرض صلبة. وقام دنلوب بصناعة أول إطار مملوء بالهواء حيث ملأه بالهواء بواسطة قطعة من خرطوم سقي الحديقة.
وما تزال الشركة التي أسسها دنلوب تصنع الإطارات حتى اليوم.

32 طاقة الصاروخ

تحتاج جميع الآلات إلى طاقة (energy) لتشغيلها وقد رأينا بكراتنا التي اشتغلت بطاقة عضلاتنا. أما لولب الجاذبية فقد كانت الجاذبية الأرضية هي التي تمده بالطاقة. ولكن معظم الآلات الضخمة تشتغل الآن بواسطة المحركات (engines) .

إن المحرك ينتج طاقة من خلال إحراق مادة ما، مثل البترول أو الفحم. فإحراق الوقود يحرر الطاقة التي يمتلكها. ويعمل محرك الصاروخ من خلال إحراق وقود الصاروخ، بحيث يحرر غازات ساخنة إلى الوراء وبسرعة عظيمة. وحين تندفع هذه الغازات إلى الخلف، فإن الصاروخ يندفع إلى الأعلى، وينطلق إلى السماء.



هيّا إلى العمل!

إن هذا الصاروخ المائي لا يستمد طاقته من وقود الصاروخ، لكنه يعمل بطريقة مشابهة للصاروخ الحقيقي، باستعمال الماء والهواء فقط. يجب أن يُملأ الفراغ الموجود فوق الماء بهواء مضغوط وذلك باستعمال مضخة هواء الدراجة. بعد ذلك، فإن الطاقة المخزونة في الهواء المضغوط تدفع الماء خارجاً، والذي يدفع الصاروخ منطلقاً إلى الأعلى.



لصنع صاروخ مائي، سوف تحتاج إلى:

- صمغ قوي
- مضخة هواء دراجة
- كارتون قوي مموّج.
- شريط لاصق
- سدادة من المطاط
- قنينة من البلاستيك.
- صمام هواء (من النوع المستعمل لملء كرة القدم).



كن حذراً جداً

إن هذا الصاروخ المائي قوي جداً، ويمكن أن يسبب أذى خطيراً إذا أصاب أحداً. يجب أن يكون معك احد الكبار قبل أن تطلق هذا الصاروخ.

- يجب أن تطلق الصاروخ خارج البيت، وفي مكان فسيح وخال من الناس، وبعيد عن الشارع.
- تجنّب إطلاق الصاروخ قرب مجموعة من الاشخاص.
- لا تقف فوق الصاروخ وأنت تملأه بالهواء، بل قف إلى جانبه.

1 – قص من الكارتون المموّج ثلاث زعانف للقاعدة، ودائرتان وثلاث قطع مخروطية.

2 – إصنع قاعدة الصاروخ من الزعانف والدائرتين كما موضح في الرسم. ثبّت الأجزاء ببعضها بالشريط اللاصق أو الصمغ القوي. ثم الصق القاعدة فوق القنينة البلاستيكية.

3 – إصنع الأنف المخروط وثبّته في مكانه على قمة الصاروخ.

4 – أطلب مساعدة أحد الكبار ليساعدك في عمل ثقب صغير في السدادة المطاطية بواسطة دبوس أو مثقاب دقيق. ثم ادفع صمام الهواء عبر السدادة.

5 – إختر مكان الإطلاق بحذر (أنظر التعليمات أعلاه).

6 – إملأ القنينة بالماء، حتى ثلثها. أدخل السدادة بإحكام في رقبة القنينة، وثبّت الصاروخ على قاعدته. أربط مضخة الهواء بصمام الهواء، قف إلى جانبه، وابدأ بضخ الهواء.

حين تبدأ بضخ الهواء، سترى ارتفاع فقاعات هوائية عبر الماء. يتزايد الضغط داخل القنينة، حتى يصل إلى درجة لا تقاومه السدادة. فجأة ينفجر الصاروخ، ويتناثر الماء بينما يرتفع في الهواء.

الريح والماء

إن الطاحونة الهوائية تستخدم قوة الهواء للقيام بأعمال مفيدة. بينما تقوم عجلات الماء (النواعير) بتحويل الطاقة الناتجة من تدفق الماء إلى قوة تستخدم لأغراض مفيدة. وقد كانت طواحين الهواء وعجلات الماء (النواعير) هي الآلات الوحيدة تقريباً التي لا تحركها عضلات الإنسان أو قوة الحيوان؛ وذلك قبل اختراع المحركات الأولى. وقد استخدمها المزارعون بشكل كثير لطحن الحبوب وضخ الماء.

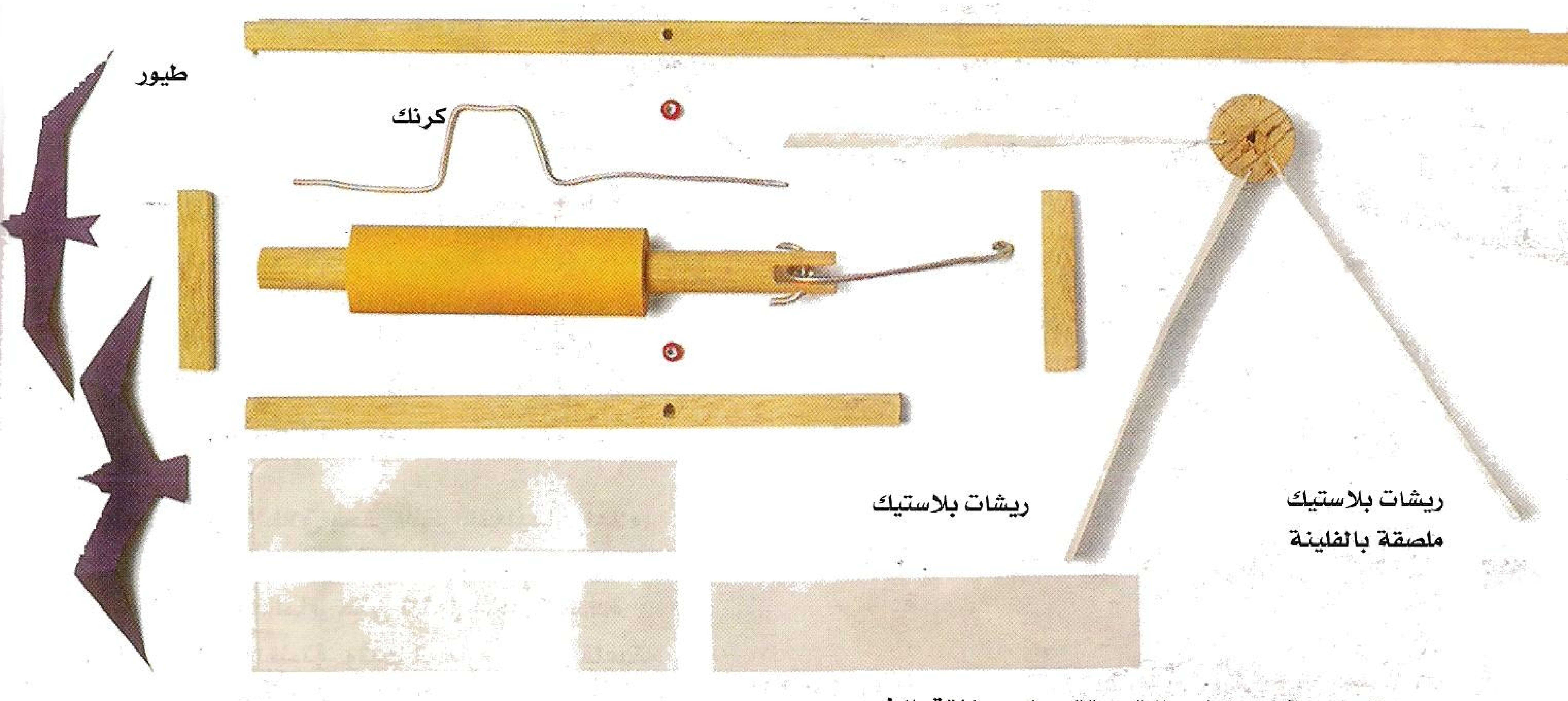
هيّا إلى العمل!

حاول صنع هذه الطاحونة الهوائية البسيطة. فإن الريح تحرّك ذراع دولاب (كرَنْك)، والذي يعمل بدوره على تحريك عمود إلى الأعلى والأسفل.

سوف تحتاج إلى:

- وتد خشبي
- صمغ قوي للخشب
- سكين حادة
- شرائط رفيعة من البلاستيك
- أنبوب من الكارتون القوي
- كارتون
- خشب
- مثقاب
- فلين
- سلك وخرز

1 – قُص أربع قطع رفيعة من الخشب، لصنع الإطار.



2 – أثقب ثقوباً متقابلة في القطع الطويلة من الإطار لدخول الكرنك فيها. ألصق أجزاء الإطار مع بعضها مع وضع الكرنك في مكانه.

3 – أطلب مساعدة أحد الكبار ليساعدك في عمل شقوق في الفلينة. أدخل الريشات في مكانها وثبّتها بالصمغ.

4 – أدخل خرزة فوق كل من نهايتي جذع الكرنك. ثم ادفع الفلينة فوق إحدى نهايتي الجذع. إلو النهاية الثانية لتثبيت الجذع في مكانه.

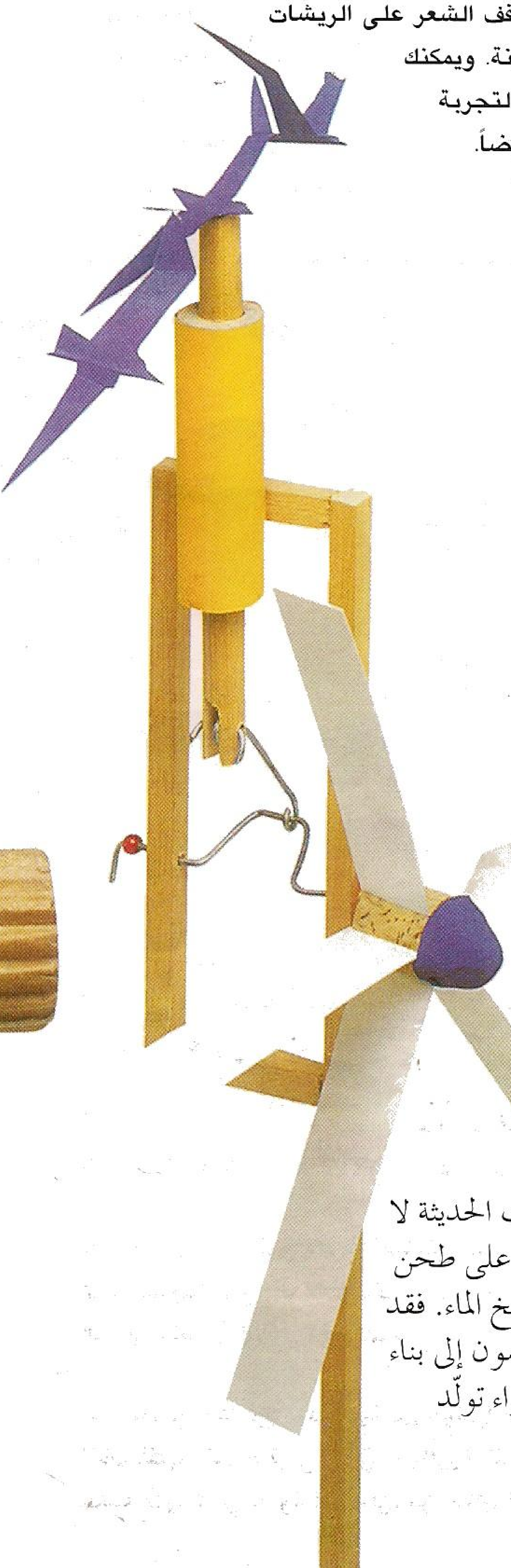
5 – إصنع شقاً في إحدى نهايتي الوتد الخشبي. ثم اثقب ثقبين في جانبي الشق – بزاوية قائمة – ثم أدخل سلكاً على شكل حدوة الحصان، من خلال الثقب.

وحين ظهرت المحركات التي تتحرك بطاقة الفحم والبترول، بدأت طواحين الهواء والنواعير بالاختفاء. وعلى كل حال، فقد عادت إلى الظهور الآن وأصبحت مرغوبة. فقد أصبحنا اليوم ندرك مخاطر التلوث (pollution) الذي يسببه احتراق الوقود، مثل الوقود العضوي (fossil fuels) كالفحم والغاز والبترول. وإذا أجرينا مقارنة بين هاتين الطريقتين، نجد أن الماء والريح هما مصدران نظيفان للطاقة، إضافة إلى خلوّهما من الضجة والصوت. وهناك فائدة أخرى، فعلى النقيض من الفحم والبترول والغاز، فإن مصدر الريح والماء لن ينضب أبداً!

6 – ألصق الأنبوب الكارتوني في اعلى الإطار، ثم ادفع الوتد من خلاله. وصّل السلك الذي على شكل حدوة الحصان بالكرنك بواسطة قطعة ثالثة من السلك، وكما موضح في الصورة. وتأكد من حرية حركة الوتد إلى الأعلى والأسفل حين يدور الكرنك.

7 – ألصق أشكال طيور من الكارتون في أعلى الوتد.

◄ سلّط هواء مجفّف الشعر على الريشات لتدوير الطاحونة. ويمكنك أن تقوم بهذه التجربة خارج البيت أيضاً.

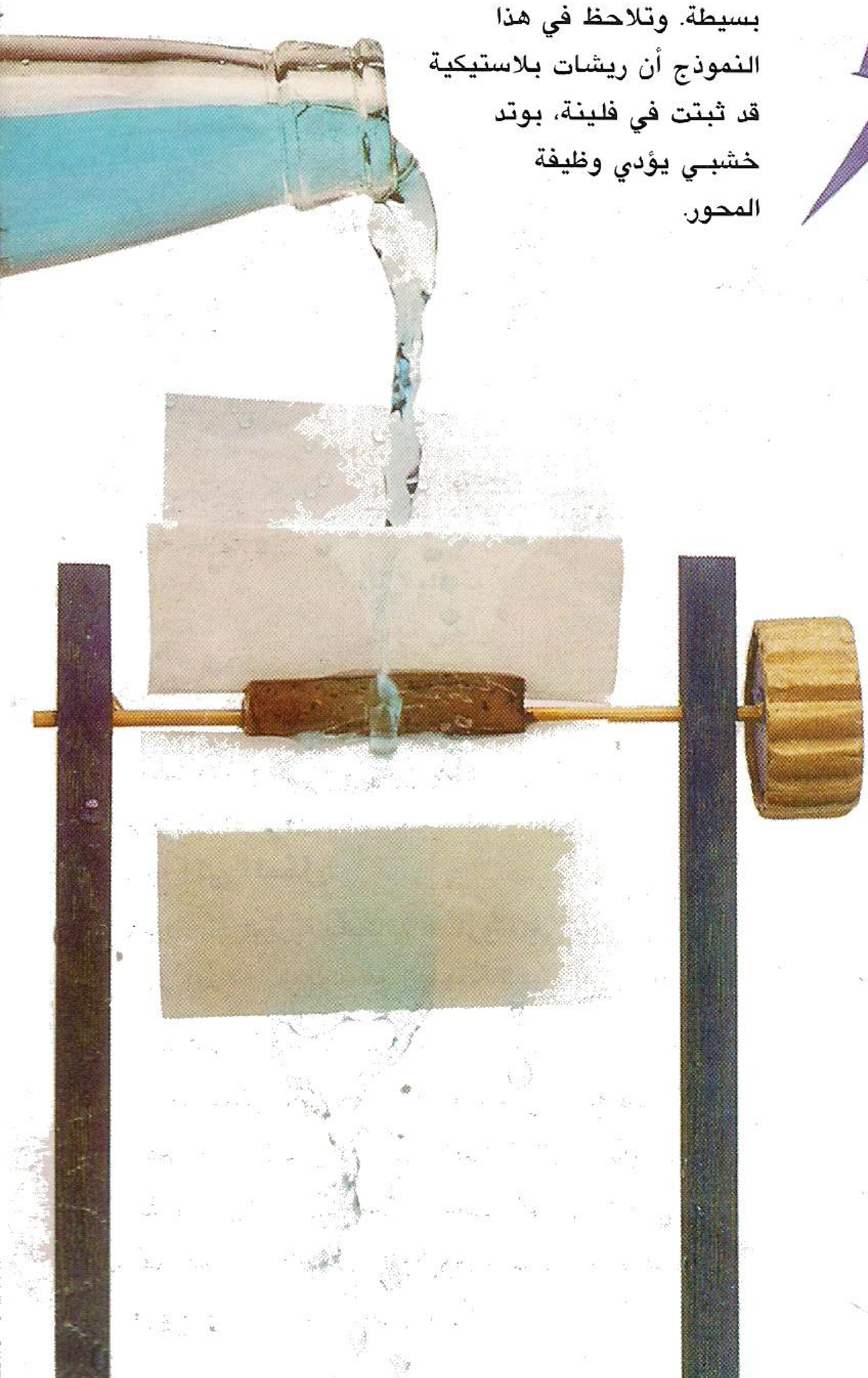


إن الطاحونات الحديثة لا يقتصر عملها على طحن الحبوب أو ضخ الماء. فقد توصل المهندسون إلى بناء طاحونات هواء تولّد الكهرباء.

قوة الماء

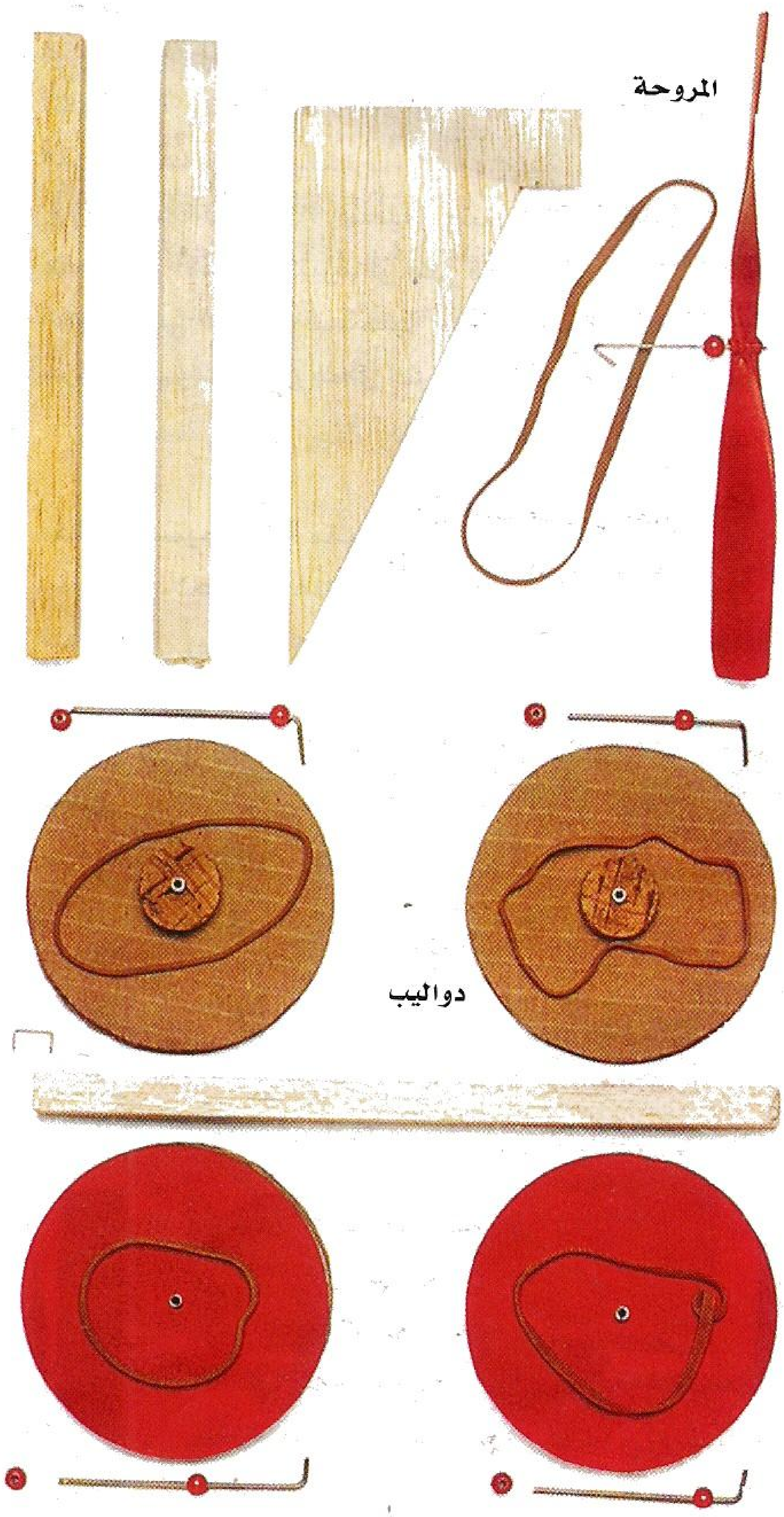
يمكن بناء نواعير الماء حين يكون هناك مجرى سريع للماء يمكن أن يدير العجلات. ومعظم العجلات المائية الحديثة هي آلات معقدة تستعمل لتوليد الطاقة الكهربائية. وتسمى هذه الآلات "التربينة المائية – الكهربائية" (hydroelectric turbuie) ؛ والكهرباء التي تولدها تسمى بالكهرباء الهايدرولية (hydroelectricity-المائية). وتبنى هذه الآلات عادة على الأنهار الكبيرة، أو على السدود. ويمكن توليد الكهرباء في المناطق الساحلية أيضاً، وذلك من خلال حركة المد والجزر من خلال التربينة.

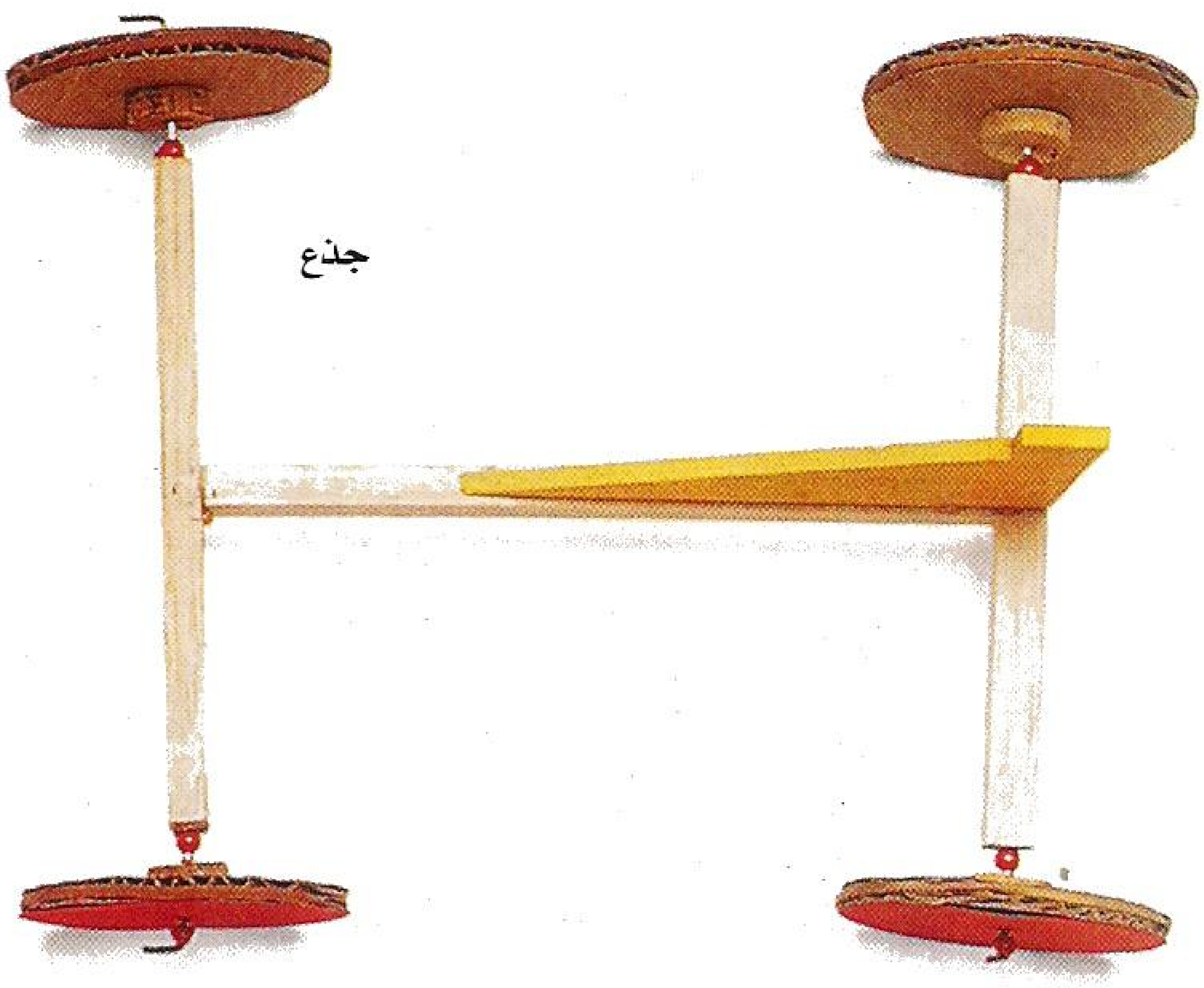
حاول تصميم عجلة مائية بسيطة. وتلاحظ في هذا النموذج أن ريشات بلاستيكية قد ثبتت في فلينة، بوتد خشبي يؤدي وظيفة المحور.



36 • قوة الطوق المطاطي

إن المطاط مادة مدهشة؛ فبإمكانك مدّ طوق من المطاط إلى ضعفي أو ثلاثة أضعاف طوله الأصلي، ثم يعود إلى وضعه الأصلي حالما ترفع يدك عنه. ويختزن المطاط الطاقة حيث يمكنك استخدامها لرمي الطوق عبر الغرفة، أو لعمل منجنيق، أو حتى لتوفير الطاقة للسيارات، أو القوارب أو الطائرات.





سوف تحتاج إلى:

- خشب البلزا
- سلك أو مسامير رفيعة
- مروحة
- أطواق من المطاط السميك
- كارتون مموّج سميك
- قطع قصيرة جداً من أنابيب معدنية رفيعة
- خرز
- فلينة
- سكين
- كليبسات أوراق

سيكون من الصعب عليك صنع عجلات لمركبتك من الكارتون القوي. ولكن يمكنك شراء عجلات من البلاستيك من المحلات التي تبيع هذه المواد.

هيّا إلى العمل!

تعمل هذه العربة بالطاقة المخزونة في طوق مطاطي يدير مروحة؛ حيث تدفع المروحة الهواء إلى الوراء فتندفع العربة إلى الأمام.

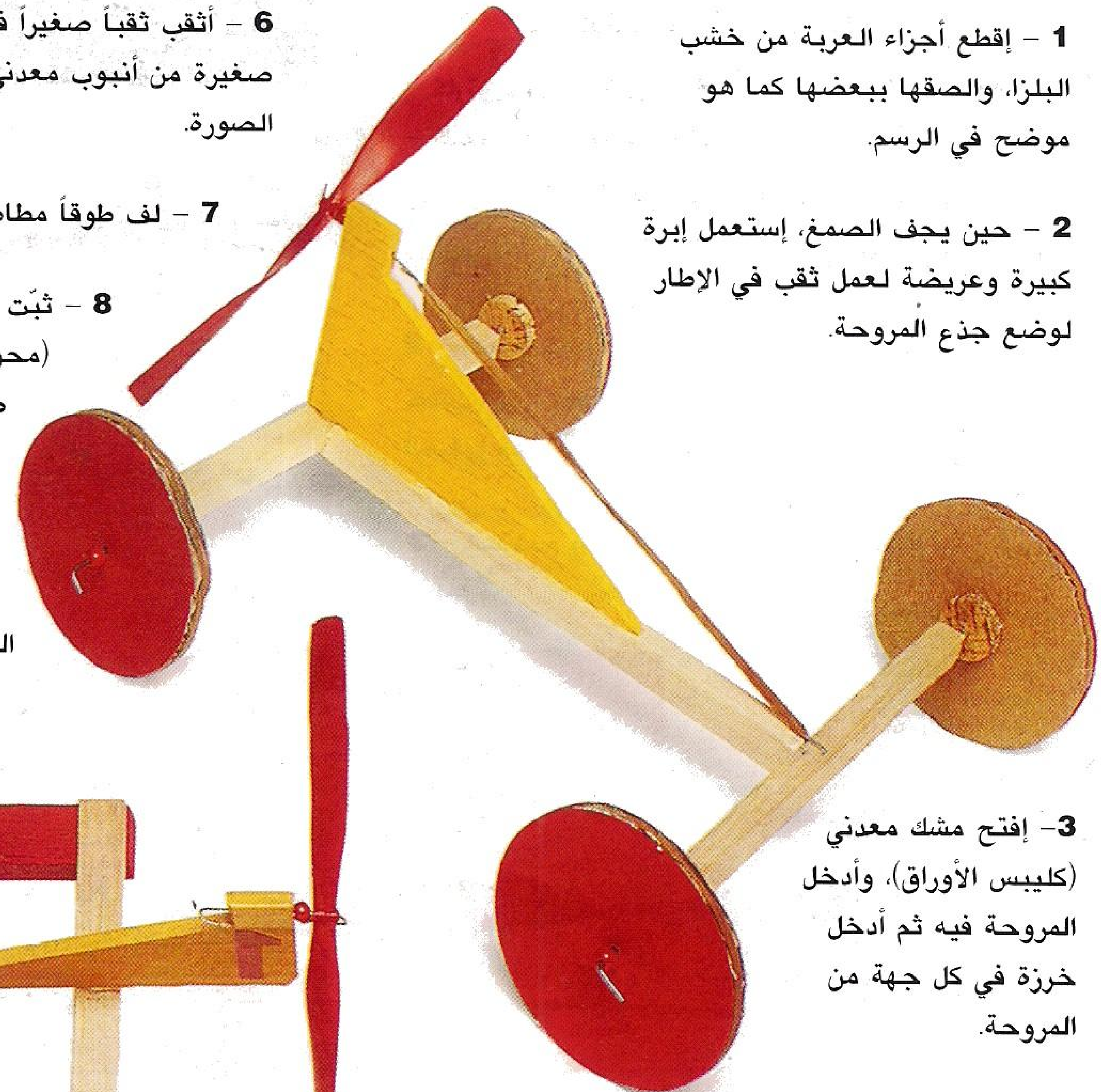
1 – إقطع أجزاء العربة من خشب البلزا، والصقها ببعضها كما هو موضح في الرسم.

2 – حين يجف الصمغ، إستعمل إبرة كبيرة وعريضة لعمل ثقب في الإطار لوضع جذع المروحة.

3– إفتح مشك معدني (كليبس الأوراق)، وأدخل المروحة فيه ثم أدخل خرزة في كل جهة من المروحة.

4 – أدخل كليبس الأوراق من خلال الثقب في الإطار، واطوِ جانبي الكليبس. علّق إحدى نهايتي الطوق المطاطي فوق الكليبس، والطرف الثاني بمقدمة إطار العربة.

5 – إصنع العجلات. قص أربعة أقراص من الكارتون المموّج وأربع شرائح من الفلين. ألصق شريحة من الفلين في وسط كل قرص من الأقراص.



6 – أثقب ثقباً صغيراً في وسط كل عجلة، وثبّته بقطعة صغيرة من أنبوب معدني رفيع، كما هو موضح في الصورة.

7 – لف طوقاً مطاطياً حول كل عجلة لصنع إطار.

8 – ثبّت العجلات في نهاية كل جزع (محور) بقطعة من السلك أو بمسمار صغير ورفيع. ضع خرزة في كلا جانبي العجلة، لكي تدور بحرية.

9 – *والآن تستطيع أن تدير* المروحة، وتدع العربة تنطلق.



◄ يمكنك تغيير تصميم العربة قليلاً لصنع نماذج أخرى – كالقارب، والطائرة مثلاً، والتي تعمل بنفس الطريقة. وهذا النموذج للمركب البسيط المسمى "قطمران"، يعمل بنفس المحرك وبنفس طريقة عمل العربة، حيث يصنع هيكله من قطع من خشب البلزا تربط ببعضها بثلاثة قطع رفيعة من الخشب.

أيهما الأسرع – القارب أو العربة، اللذان يعملان بطوق مطاطي؟

هل تستطيع أن تقوم بتجربة لترى إن كان السير على الأرض يحتاج إلى طاقة أكثر من السير فوق الماء؟



38 الحركة عبر الهواء

الحلم الذي راود العلماء لعدة قرون هو صنع آلات قادرة على الطيران مثل الطيور – لكنهم لم ينجحوا في تحقيق ذلك إلاّ قبل مائة عام تقريباً. فبسبب قوة الجاذبية الأرضية، وخفة الهواء، فإن الطائرة لا تستطيع ان تنطلق محلقة إلاّ إذا كان لها محرك قوي جداً وخفيف جداً بالنسبة لحجمه. إن طائرة تعمل بمحرّك بخاري، وتحمل أطناناً من الفحم، لن تنجح أبداً في الإقلاع!

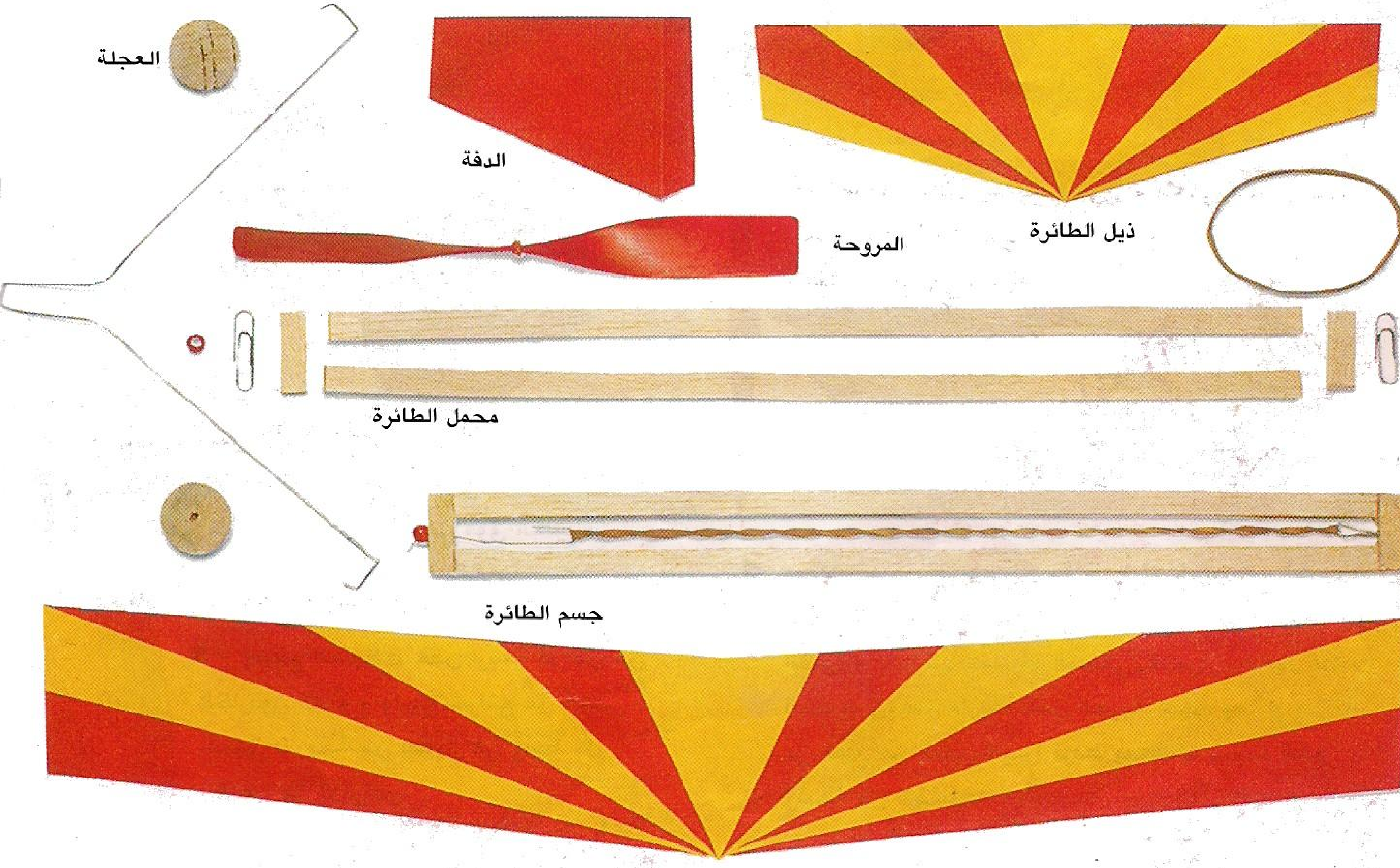
سوف تحتاج إلى:

- مثقاب يدوي
- نموذج مروحة
- كارتون خفيف وخشب البلزا
- كليبسات ورق، وخرزة
- صمغ قوي
- سكين حادة
- طوق من المطاط
- سلك وفلينة

1 – قص أجزاء الطائرة من الكارتون: الجناح، والذيل، والدفّة.

2 – إصنع جسم الطائرة. قص قطعتين رفيعتين من خشب البلزا بطول **25** سم، وقطعتين بطول **5** سم. ألصقها معاً كما موضح في الرسم.

3 – إستخدم مثقاب لعمل ثقب صغير في نهايتي جسم الطائرة.



هيّا إلى العمل!

إن المطاط مادة خفيفة، لذا فإنه ملائم لصناعة محرك جيد لنموذج طائرة. وستجد أن هذه الطائرة تستطيع البقاء في الهواء لمدة بضع ثوان فقط، لكنك ستجد أنها تطير لمسافة أبعد من التي قطعتها العربة أو القارب. والسبب هو ان دفع الهواء أسهل من دفع الماء، أو التدحرج على الأرض – لذا، فإن السفر جواً يمكن أن يكون أكثر كفاءة (efficient) من السفر براً أو بحراً.

4 – إصنع كلاّبين، من الكليبسات. أدخل طرف الطوق المطاطي في الكلاّب، ثم ثبّت كلاّباً في كل ثقب من جسم الطائرة، وكما هو موضح في الرسم.

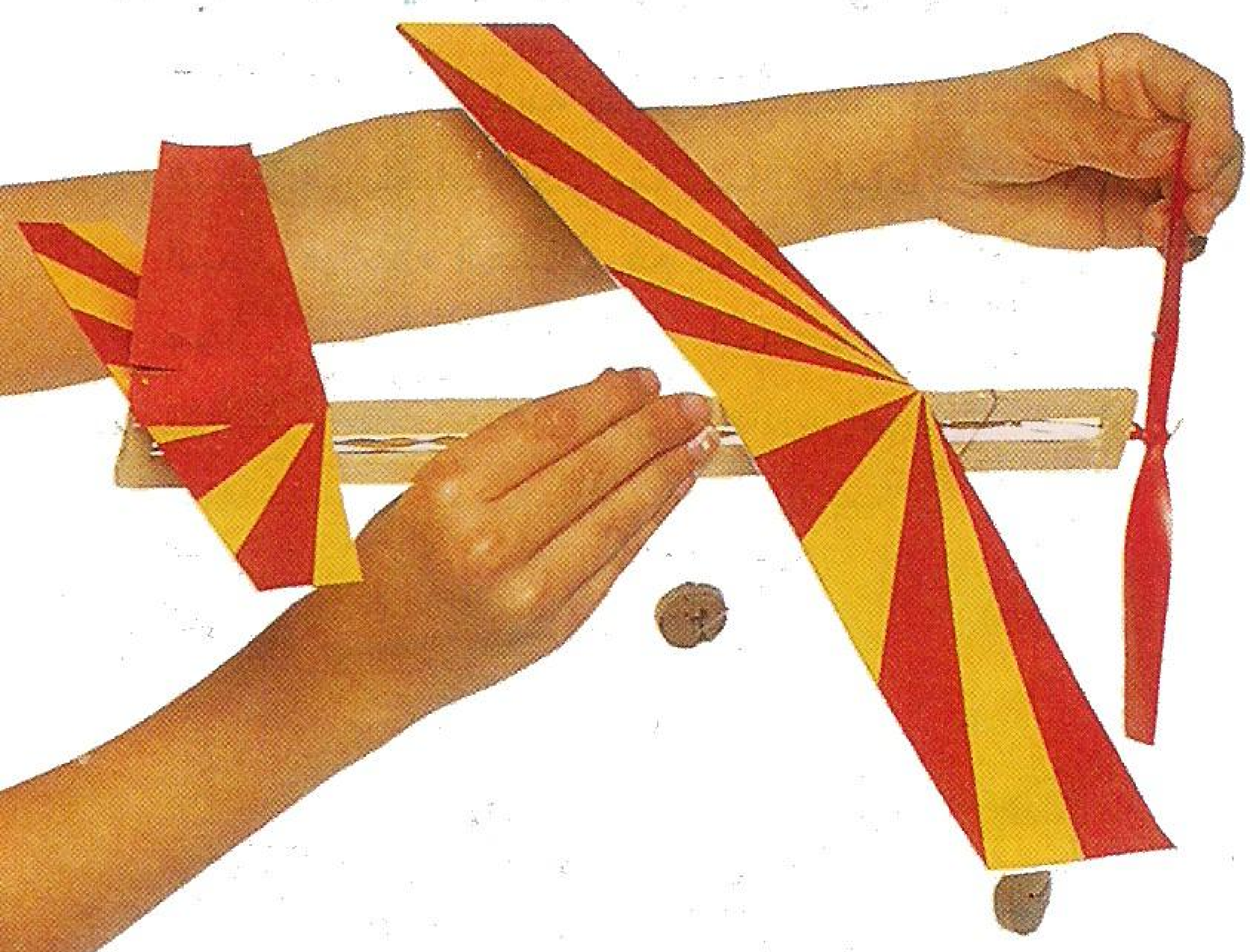
5 – أطوِ الكلاّب في جانب ذيل الطائرة، وثبّته بإحكام باستعمال الشريط اللاصق بحيث لا يتحرك. أدخل خرزة من جهة المروحة، لكي يستطيع الكلاّب الحركة بحرية.

6 – علّق المروحة، ثم اطوِ الكليبس دائرياً ليمسك المروحة في مكانها.

7 – ألصق الأجنحة، والذيل، والدفّة كل في مكانه.

8 – يجب أن تلوي السلك لصنع محمل الطائرة، ثم أدخل أقراصاً من الفلين لصنع العجلات. ألصق السلك بجسم الطائرة.

9 – لقد أصبحت الطائرة كاملة وجاهزة الآن. ولكن، عليك التأكد أولاً وقبل أن تطير، من أنها تتوازن بشكل صحيح. ضع نهاية العجلات على أصابعك، فإذا لاحظت أنها لا تتوازن جيداً، أضف قطعاً من الطين الصناعي إلى مقدمتها أو مؤخرتها، حتى تتوازن.



فحص الطيران

دوّر المروحة حتى يصبح الطوق المطاطي متوتراً جداً.
أمسك الطائرة من خلف الجناح،
وأطلقها برفق في الهواء.



إذا لاحظت أن مقدمة طائرتك تغوص، أضف المزيد من الوزن إلى الذيل. أما إذا ارتفعت مقدمتها وتباطأت، فعليك إضافة المزيد من الوزن إلى المقدمة.

إن المطاط لا يختزن الكثير من الطاقة، إذا تمت مقارنته بالبترول. لذا، فإن المحرك الذي يشتغل بالطوق المطاطي يمكن أن يحقق طيراناً قصيراً فقط. ولكن، عام 1979، تمكّن أحد الطيارين من التحليق بطائرة من هذا الطراز لمدة 52 دقيقة! وهذا رقم قياسي!

40 المحرك البخاري

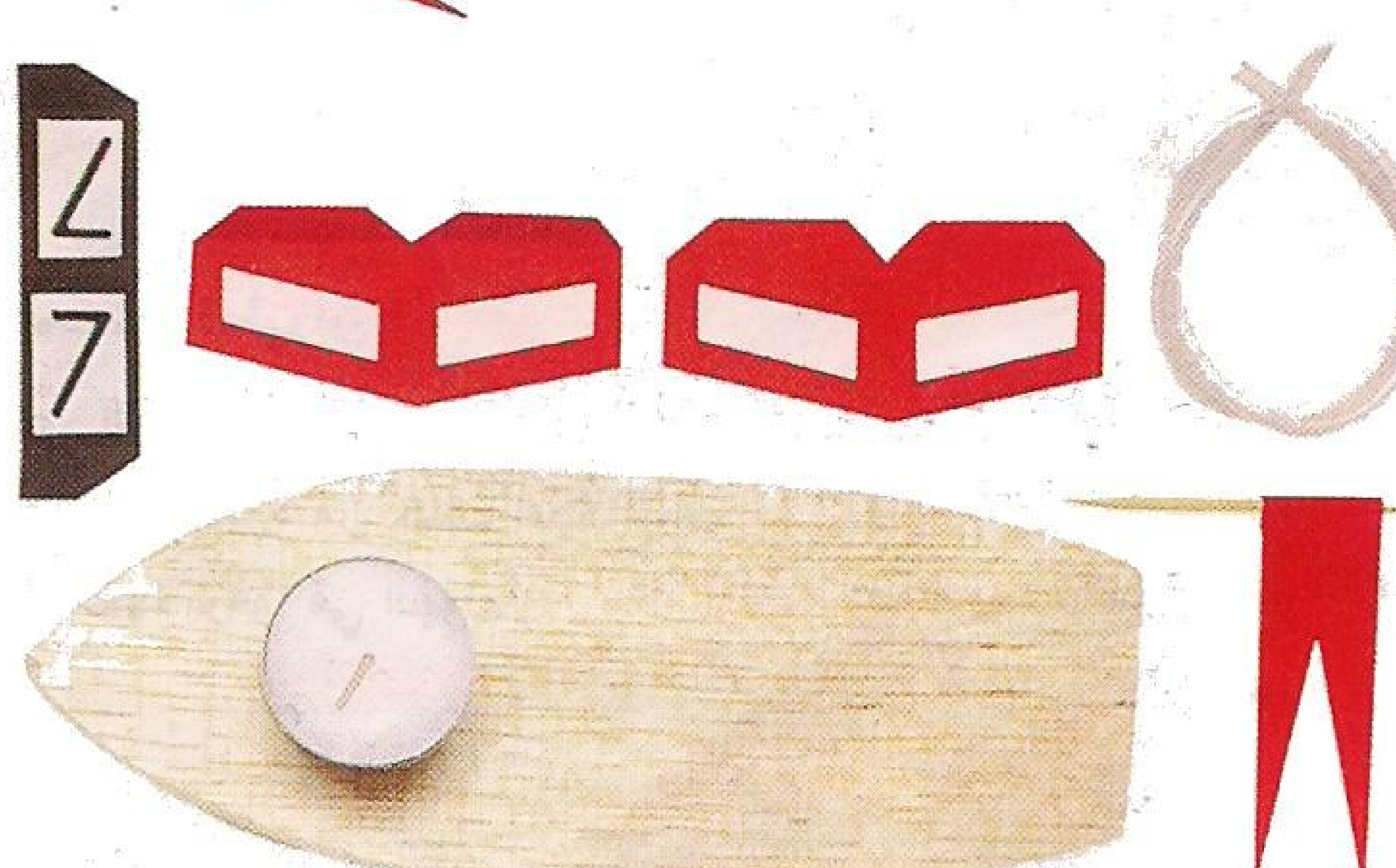
حين يغلي الماء، فإنه يتحول إلى بخار. ويحتاج البخار إلى مساحة أكثر مما يشغله الماء، لذا فإن البخار في هذه الحالة يدفع ما أمامه. ولا شك أن مخترع المحرك البخاري، رأى الماء يغلي في الإبريق ويدفع بغطاء الإبريق، فأدرك إمكانية الاستفادة من هذه الطاقة لتسيير العجلات والآلات.



كيف تقوم بثني الأنبوب؟

إن أسهل طريقة للقيام بذلك هي لف أنبوب من المعدن أو النحاس حول وتد، والقيام بذلك ببطء وتجنب حدوث تعرّجات أو تكسرات فيه.





سوف تحتاج إلى:

- قصبة
- كارتون وصمغ
- شمعة صغيرة
- قطعة من أنبوب بلاستيكي مرن
- قطعة من أنبوب معدني
- خشب البلزا
- وتد خشبي

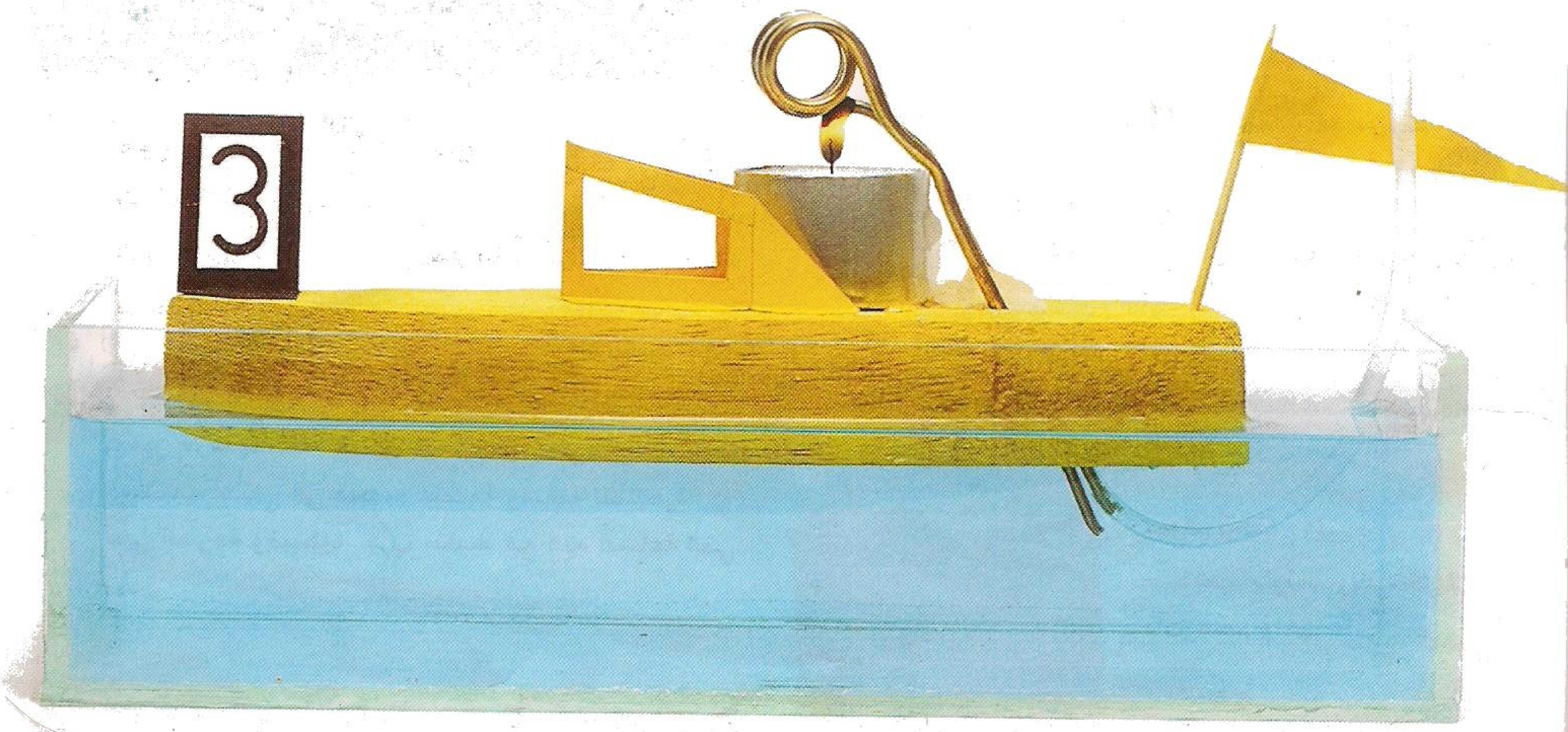
هيّا إلى العمل!

إن هذا النموذج هو لقارب يعمل بقوة البخار. فهناك شمعة تبقى مشتعلة فيغلي الماء الذي بداخل أنبوب معدني رفيع. فتندفع فقاعات البخار من أحد طرفي الأنبوب وتدفع القارب إلى الأمام. وحينذاك يزوّد الأنبوب بمزيد من الماء البارد، لتعويض الماء الذي تحوّل إلى بخار وخرج على شكل فقاعات من طرف الأنبوب.

1 - إقطع خشب البلزا على شكل قارب.

2 - إثنِ الأنبوب المعدني كما في الشرح والصورة.





3 – أطلب مساعدة أحد الكبار لإدخال نهايتي الأنبوب المعدني في جسم القارب من خشب البلزا.

4 – قصّ العلم، وقطعة عليها الرقم، ثم الصقها في أماكنها. ثم الصق الشمعة كما في الرسم.

5 – ثبّت الأنبوب البلاستيكي على إحدى نهايتي الأنبوب المعدني ثم ضع القارب فوق الماء.

6 – إسحب بعض الماء إلى الأنبوب المعدني بواسطة الأنبوب البلاستيكي. وحين يمتلىء الأنبوب، إسحبه، وحاذر أن ترفع القارب من فوق الماء. أشعل الشمعة، وراقب قاربك وهو ينطلق!

كانت المحركات البخارية الأولى تقاس قوتها بقوة الحصان – فالمحرك ذو قوة 10 أحصنة، يستطيع أن يقوم بالجهد الذي يعادل جهد 10 أحصنة. أما اليوم فإن أصغر سيارة تعادل قوة محركها قوة أكثر من 50 حصاناً. ولكن قاربنا الصغير هذا لا تزيد قوته على قوة حشرة صغيرة!



42 ساعات البلي

ماذا تسمي الآلة التي تكرر الحركة نفسها مرة بعد أخرى؟؟ إنها الساعة! فالساعة تتحرك بشكل منتظم جداً، وهي تعد الدقائق أثناء حركتها.

هيّا إلى العمل!

إن بناء ساعة ليس بالعمل السهل – فمعظم الآلات قد تتغير سرعتها أثناء عملها، فتسرع أو تبطىء. والآلة المنتظمة تحتاج إلى هندسة متقدمة ومتقنة للسيطرة على السرعة وضبطها. جرّب بنفسك مع هذه الساعة التي تعمل.





سوف تحتاج إلى :

– خشب، وأوتاد، وبلي، كلها ذات حجم واحد.

– صمغ قوي، مثقاب، ومنشار، وساعة يد.

1 – إقرأ التعليمات بدقة، ثم أرسل الساعة التي تريد ان تصنعها، وقرّر الحجم الذي تريده، وأشّر على الرسم قياس كل قطعة وبالضبط.



2 – أطلب مساعدة أحد الكبار ليساعدك في قطع القطع الخشبية التي تحتاجها لصناعة إطار الساعة. إعمل شقاً في أعلى وأسفل إحدى الجهتين، وكما موضح في الرسم.

3 – ألصق بإحكام القاعدة والجوانب والجزءان العلويان المتقاطعان.

4 – إقطع ثمانية أطوال من الأوتاد، لصنع منحدرات نزول البلي. قم بقياس الأوتاد بشكل دقيق، بحيث تكون جميعاً أطول بقليل من الأجزاء المتقاطعة.

5 – ألصق المنحدرات في أماكنها. ثبّتها جيداً في مكانها بحيث تكون الفجوة بين الوتدين أصغر من الأعلى، وتتسع في الأسفل. ويجب أن تكون الفجوة في القاعدة كافية لكي تسقط عليها كرات البلي ثم فوق المنحدر أسفلها.

6 – قص قطعتين من الخشب لصنع ذراع العتلة. إعمل ثقباً على بعد ثلث المسافة عن القطعة الأطول. ألصق القطعتان معاً كما هو موضح في الرسم مع إضافة سدادة خشبية صغيرة في نهاية القطعة الأصغر.

7 – أثقب ثقباً في كل من مساند العتلة، ثم ألصق العتلة بالإطار. ثبّت العتلة باستعمال وتد قصير، وتأكد من حرية حركة الذراع.

8 – إبدأ التشغيل بكرات البلي. ويجب أن تضرب قطعة الرخام العتلة في الأسفل بقوة تكفي لإطلاق القطعة التالية من البلي.

إستخدم ساعة يدوية فيها عقرب دقائق، لتوقيت الوقت الذي تستغرقه كل قطعة لتنزل من الأعلى إلى الأسفل.

ضبط العتلة

قد تحتاج إلى تعديل العتلة لكي تعمل بشكل كفوء. فإذا وجدت أن أكثر من كرة واحدة من البلي تندفع كل مرة، أضف بعض الطين الصناعي إلى قاعدة العتلة.

جميع أنواع الساعات

إن الساعة الالكترونية الحديثة هي ساعة دقيقة جداً ومعتمدة. وهذه الساعة تعمل لأكثر من سنة كاملة على بطارية صغيرة جداً، وهي لا تؤخر ولا تقدم في سيرها. أما الساعات القديمة فقد كانت مختلفة تماماً.

إن جميع الساعات التي ترى صورها على هذه الصفحة قد استخدمت في الماضي. ما هي درجة دقتها في نظرك؟ حاول أن تصنع هذه الساعات لتختبر دقتها على ساعة يدك.

ساعات الرمل

نحن لا نزال نستخدم ساعات الرمل - الرمل الذي يتدفق من خلال ساعة التوقيت والذي يقيس الدقائق اللازمة لسلق البيضة.

إصنع قمعاً من الكارتون القوي، ثم ثبّته فوق رقبة قنينة. إملأ القمع بالرمل الجاف، ثم لاحظ وسجّل المدة التي يحتاجها الرمل ليتسرب إلى القنينة.



باستعمال ساعتك، إعمل مدرجات على الساعة الرملية. ضع إشارات في فترات منتظمة (مثلاً كل 10 ثواني). لاحظ إن كانت الإشارات متساوية الأبعاد؟ إن لم تكن متساوية، فما هو سبب تغير المسافات فيما بينها؟



ساعات الشموع

لقد استخدمت ساعات الشموع في العصور الوسطى بشكل واسع، خصوصاً الرهبان الذين كانوا يستخدمونها بكثرة. بمساعدة أحد الكبار إختبر شمعة بنفسك لترى مقدار ما تحترق في الساعة الواحدة. ضع علامات على الشمعة تبيّن كل ساعة بشريط لاصق. ثم ضع علامات تؤشر أنصاف وأرباع الساعة. ما مدى دقة هذه الساعة؟



الساعات المائية

هل حدث أن بقيت مستيقظاً في إحدى الليالي تنصت إلى صوت قطرات ماء تتساقط من حنفية غير محكمة؟ إن هذه القطرات تكون منتظمة إلى حد بحيث يمكنك معرفة وقت سقوط القطرة التالية وبالضبط. وقد استخدم الصينيون القدماء قطرات الماء المتساقطة لصنع الساعات المائية.

لصنع ساعة مائية

سوف تحتاج إلى:

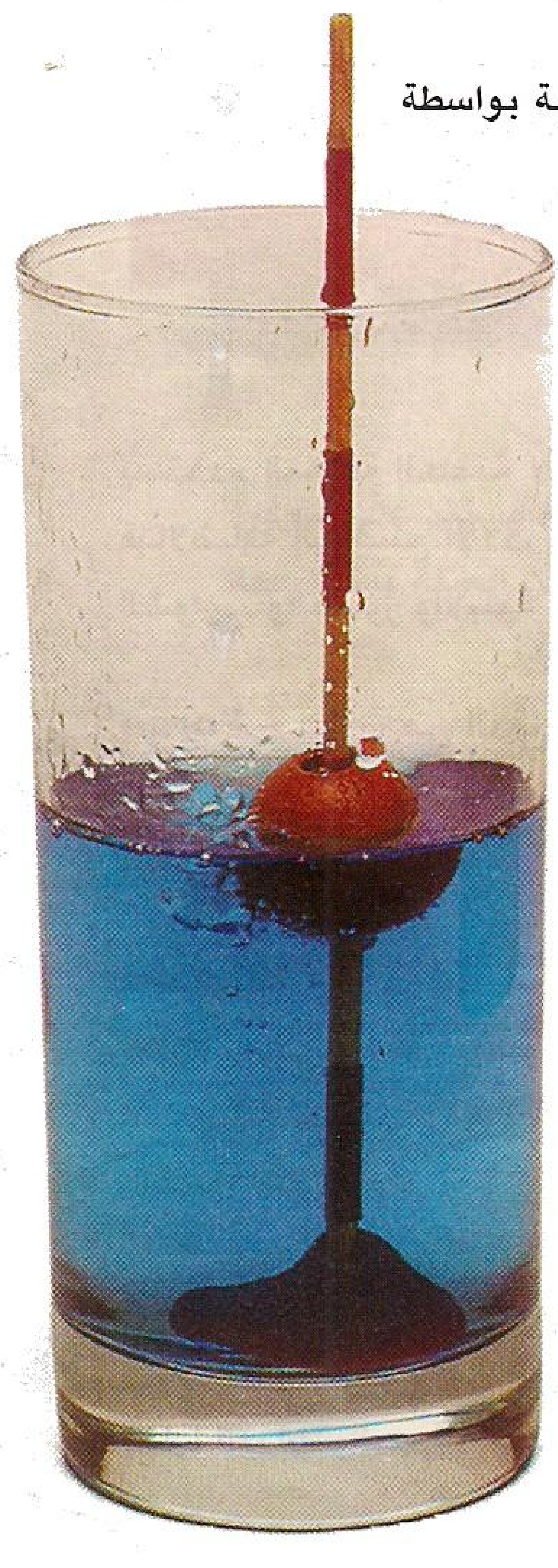
- قدح
- قصبة
- طين صناعي
- شريط لاصق
- خرزة خشبية طويلة
- وعاء بلاستيكي

1 – ضع المدرجات على القصبة بواسطة الشريط اللاصق. ثبت القصبة بقاعدة القدح بواسطة الطين الصناعي.

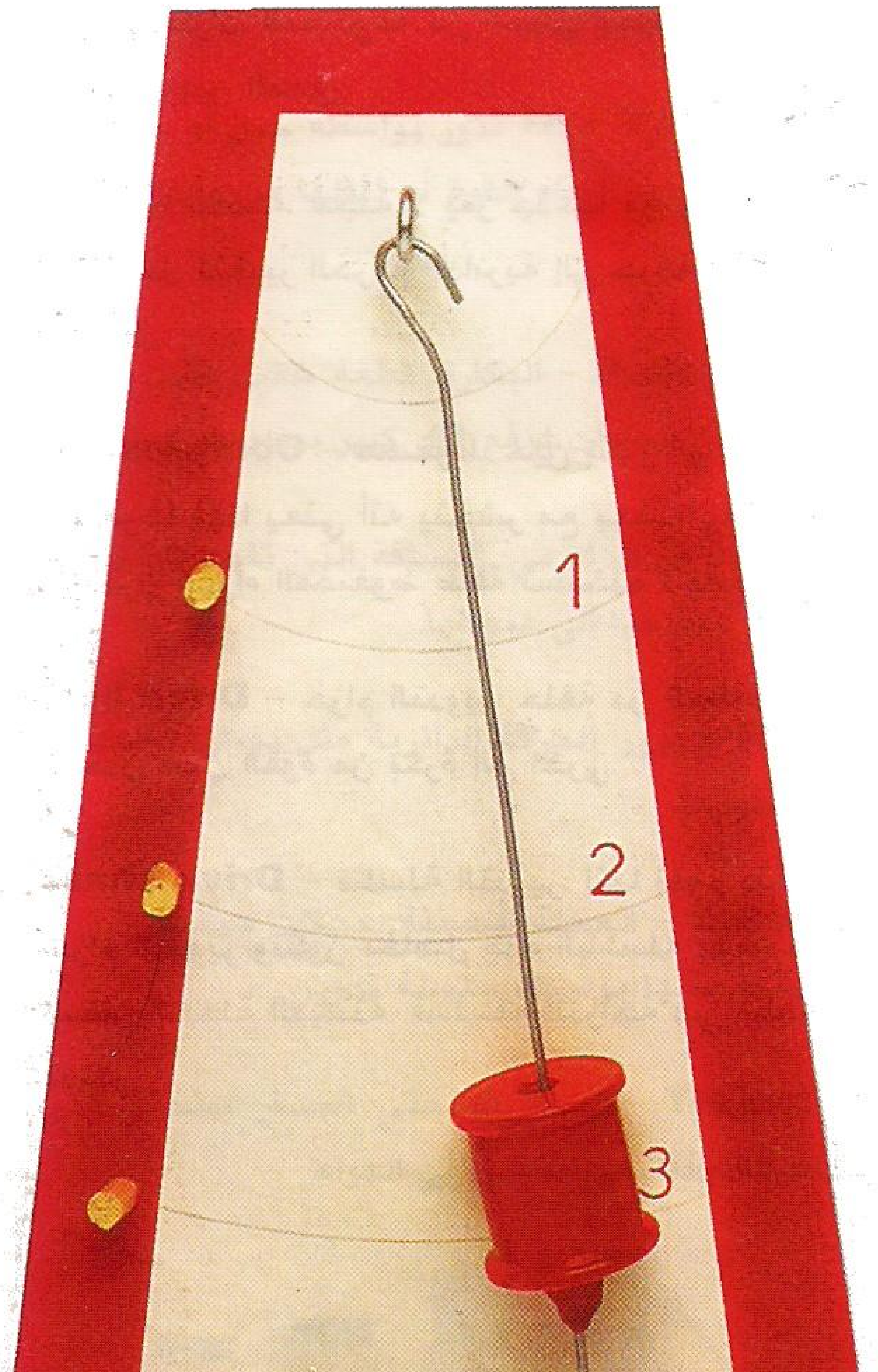
2 – أدخل الخرزة في القصبة.

3 – إعمل ثقباً في قاعدة الإناء البلاستيكي. ثم املأ الوعاء بالماء وثبّته فوق القدح.

4 – حين يتقاطر الماء من القدح، ترتفع الخرزة ويظهر ارتفاعها في المدرجات المؤشرة على القصبة. إذا كان نزول الماء سريعاً، يمكنك تصغير الثقب بواسطة الشريط اللاصق، وإذا كان الماء ينزل ببطء شديد، يمكنك أن تكبّر الثقب.



قبل أكثر من ثلاثمئة عام، جلس العالِم الإيطالي غاليلو غاليلي وهو يراقب مصباحاً يدوياً معلّقاً وهو يتأرجح ذهاباً وإياباً. فأدرك أن المصباح كان رقّاصاً، وأن كل حركة تستغرق وقتاً مساوياً تماماً لحركته التالية.



رقّاص الساعة

إن الرقاص المتأرجح هو طريقة جيدة لقياس الوقت. يمكنك صنع رقاص وذلك باستعمال بكرة خيوط، وقليل من الطين الصناعي، وسلك. علّق الرقاص بكلاب، واستخدم ساعتك اليدوية لترى كيف أن الوقت الذي تستغرقه كل حركة يتغير إذا غيرت مكان البكرة صعوداً ونزولاً على السلك.

هل يمكنك تصميم أنواع أخرى من الآلات لقياس الوقت؟

Axle – عمود أو محور تدور حوله العجلات.

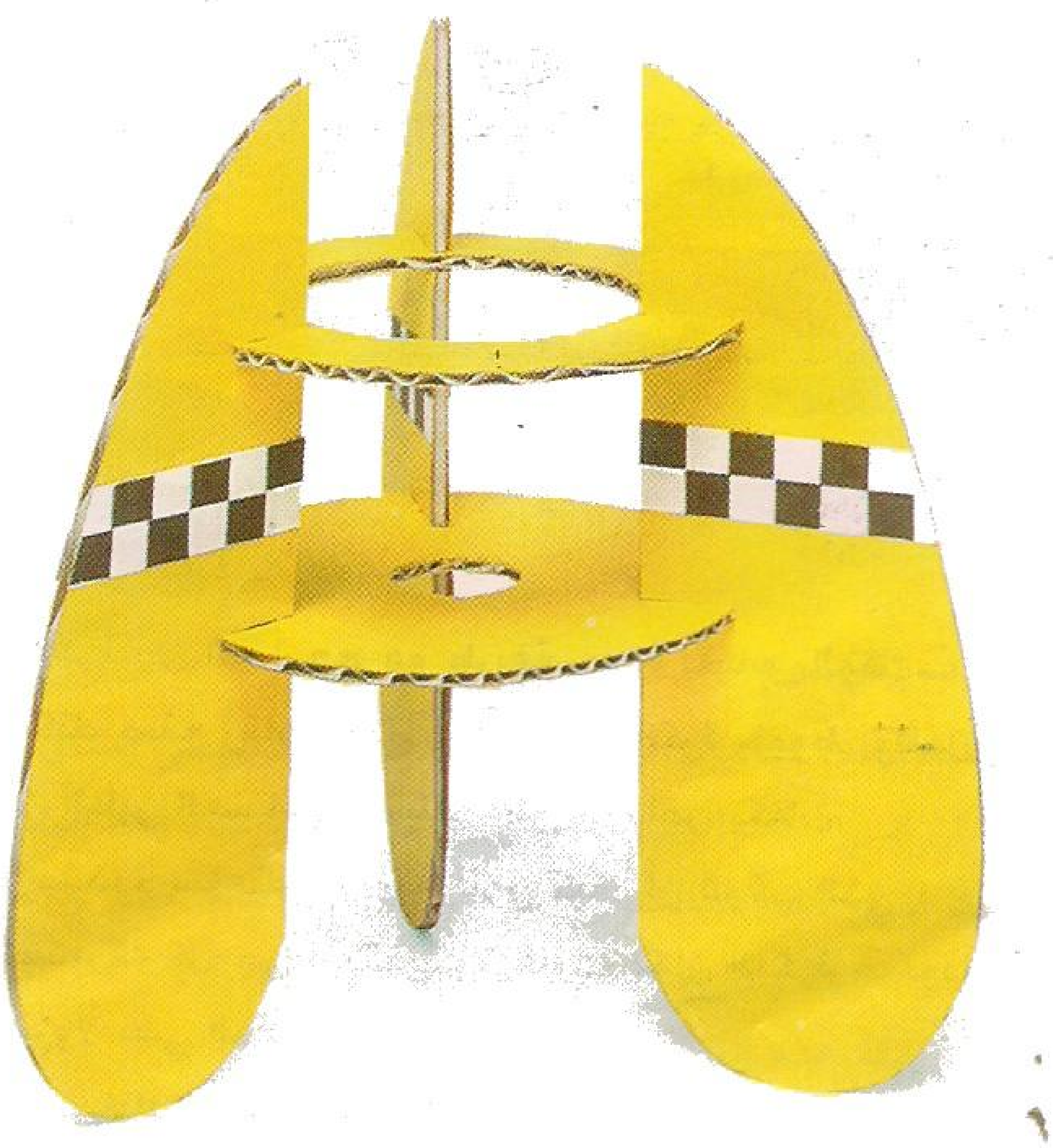
Ball bearings – الرمانبلي: يساعد الرمانبلي على تقليل الاحتكاك حين تدور العجلة حول المحور ويكون موضع الكرات المصنوعة من الصلب بحيث أنها تدور بين العجلة وبين المحور.

Cam – الحدبة: عجلة لا يمر جذعها من وسطها. وتُستعمل لتغيير الحركة الدائرية إلى حركة إلى الأعلى والأسفل.

Compressed – مضغوط: حين يكون أي شيء مضغوطاً فهذا يعني أنه ينحشر مع بعضه بالقوة. ويختزن الهواء المضغوط طاقة تستخدم للدفع.

Drive belt – حزام التدوير: حلقة من المطاط أو المعدن تنقل القوة من بكرة إلى أخرى.

Drive chain – سلسلة التدوير: إنها تقوم بنفس عمل حزام التدوير وتكون مفاصل هذه السلسلة متطابقة مع أسنان العجلة المسننة. فسلسلة الدراجة هي سلسلة تدوير.



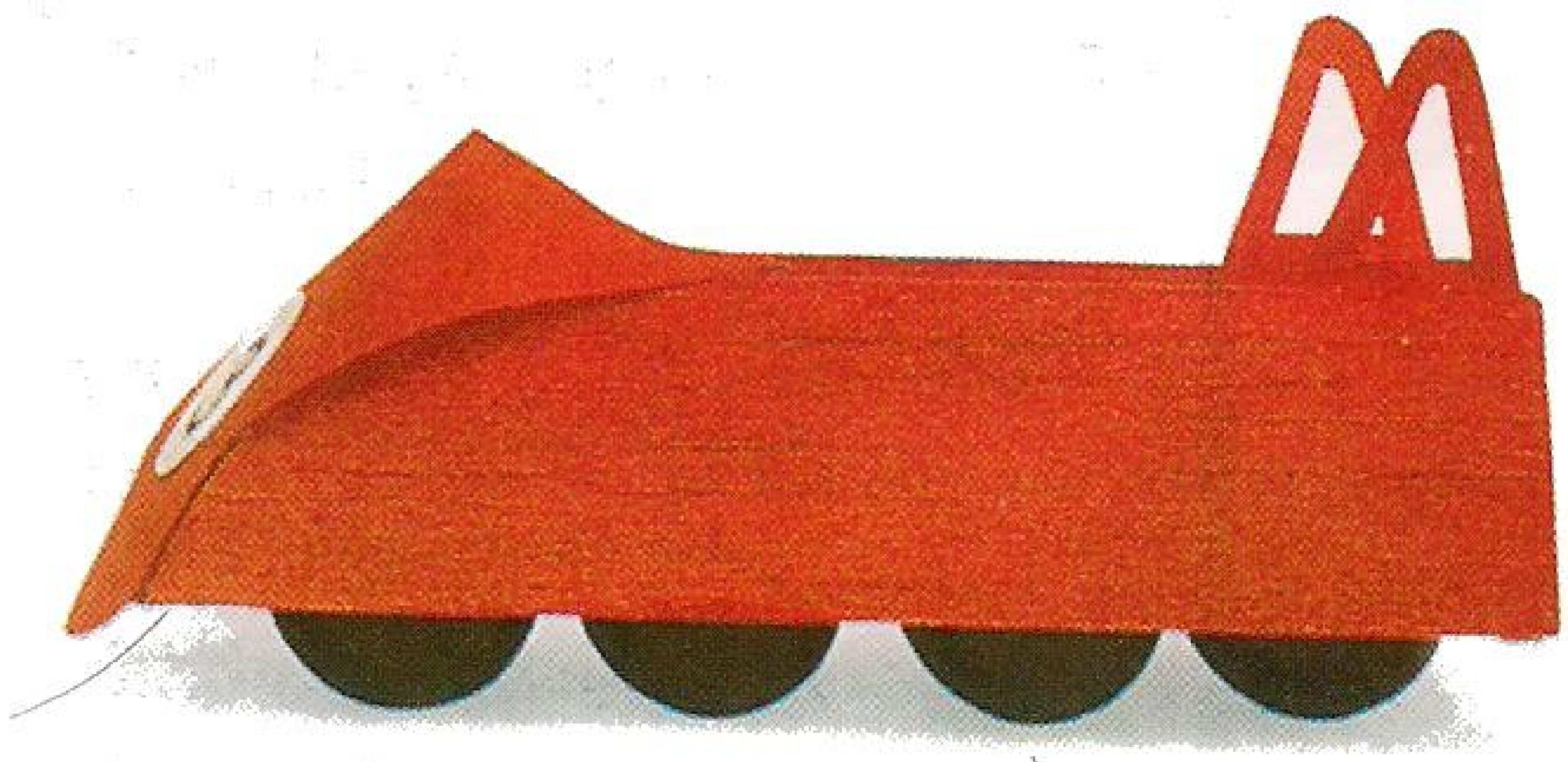
Efficient – كفوء: إن الآلة الكفوءة تقوم بعملها دون ضياع أي طاقة. فالبترول مثلاً، يجعل الآلات تعمل بشكل كفوء.

Effort – الجهد: القوة (دفع أو سحب) المطلوبة لقيام العتلة أو العجلة بعملها.

Energy – الطاقة: حين يمتلك أي شيء طاقة، تكون له القدرة على تحريك أشياء أخرى. ويستخدم الناس الطاقة المخزونة في عضلاتهم لسحب أو دفع الأثقال. وتستخدم الآلات الطاقة الموجودة في الوقود.

Engine – محرك، آلة: تستخدم الآلة الطاقة الموجودة في الوقود مثل الفحم أو البترول للقيام بعمل، مثل رفع الأثقال أو تدوير العجلات.

Engineer – المهندس: المهندس هو الشخص الذي



يستخدم المعرفة العلمية لاختراع وتصنيع الأشياء. فبالإضافة إلى صنع الآلات يقوم المهندس بتصميم الشوارع، والجسور والأبنية.

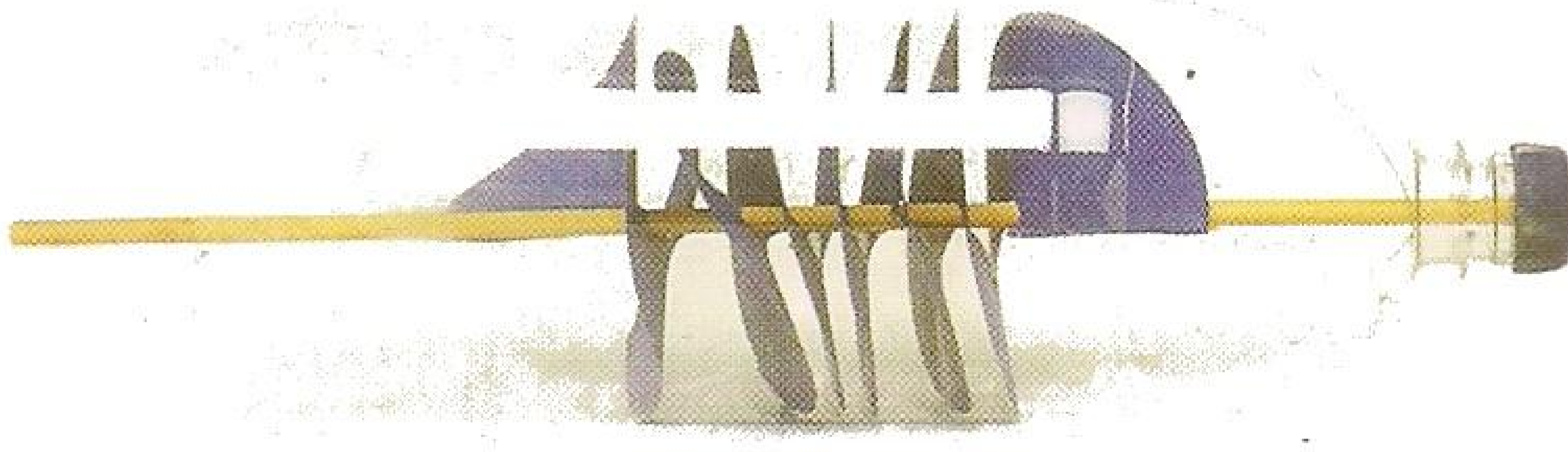
Force – القوة: هي الدفع أو السحب المستخدم لرفع شيء ما، أو لتحريكه أو وضعه في مكان ومقاومة الجاذبية.

Friction – الاحتكاك: هو القوة التي تمنع الأشياء من الانزلاق على بعضها بسهولة. ويزداد الاحتكاك على السطوح الخشنة مثل ورق السنفرة مما على السطوح الملساء مثل الجليد.

Fossil fuels – الوقود العضوي: الفحم والبترول والغاز الطبيعي هي من أنواع هذا الوقود فهي تتكون من بقايا النبات والحيوان المتحجرة منذ عشرات الآلاف من السنين.

Fulcrum – مرتكز المخْل: المفصل الذي تدور حوله العتلة.

Gears – العجلة المسننة: العجلة المسننة التي تربط جزئين معاً وتنقل الحركة الدائرية من مكان إلى آخر. وتستخدم العجلة المسننة لتغييرسرعة واتجاه الحركة.



Gravity – الجاذبية: القوة التي تجعل الأشياء تسقط باتجاه الأرض، وتجعلها ثقيلة.

Gyrocompass – البوصلة الجيروسكوبية أو الدوارة: آلة تشير دائماً إلى نفس الاتجاه.

Hub – الصرة: مركز العجلة. ويدخل المحور عادة من خلال الصرة.

Hydroelectricity – القوة الكهرومائية: توليد القوة الكهربائية من الطاقة المائية.

Hydroelectric turbine – توربين توليد القوة الكهرومائية.

Lever – عتلة: عمود أو قطعة، يستند على محور. فالثقل الذي يوضع على جهة من العتلة يمكن رفعه بتسليط جهد على الجهة الثانية.

Load – الثقل: الوزن أو القوة الذي يمكن تحريكه بتسليط جهد على العتلة أو العجلة.

Mesh – التشابك: تكون أسنان عجلة مسننة متشابكة مع أسنان عجلة أخرى حين تتطابق معها. فتدور العجلة، وتتشابك أسنانها مع أسنان العجلة الأخرى فتجعلها تدور.

Pendulum – رقاص: ثقل معلّق، يتأرجح ذهاباً وإياباً بسبب قوة الجاذبية.

Pivot – مرتكز: نقطة توازن يتحرك عليها شيء ما.

Pneumatic – عامل بالهواء المضغوط: الآلات النيوماتيكية تعمل بالهواء المضغوط.

Pollution – تلوّث: النفايات التي تسبب ضرراً في البيئة الطبيعية من حولنا.

Projectile – قذيفة: شيء يقذف أو يُطلق من المنجنيق أو من المدفع.

Pulley – بكرة: عجلة تدور بواسطة حبل أو حزام تدوير. إنها تغيّر اتجاه القوة أو تنقلها من مكان إلى آخر.

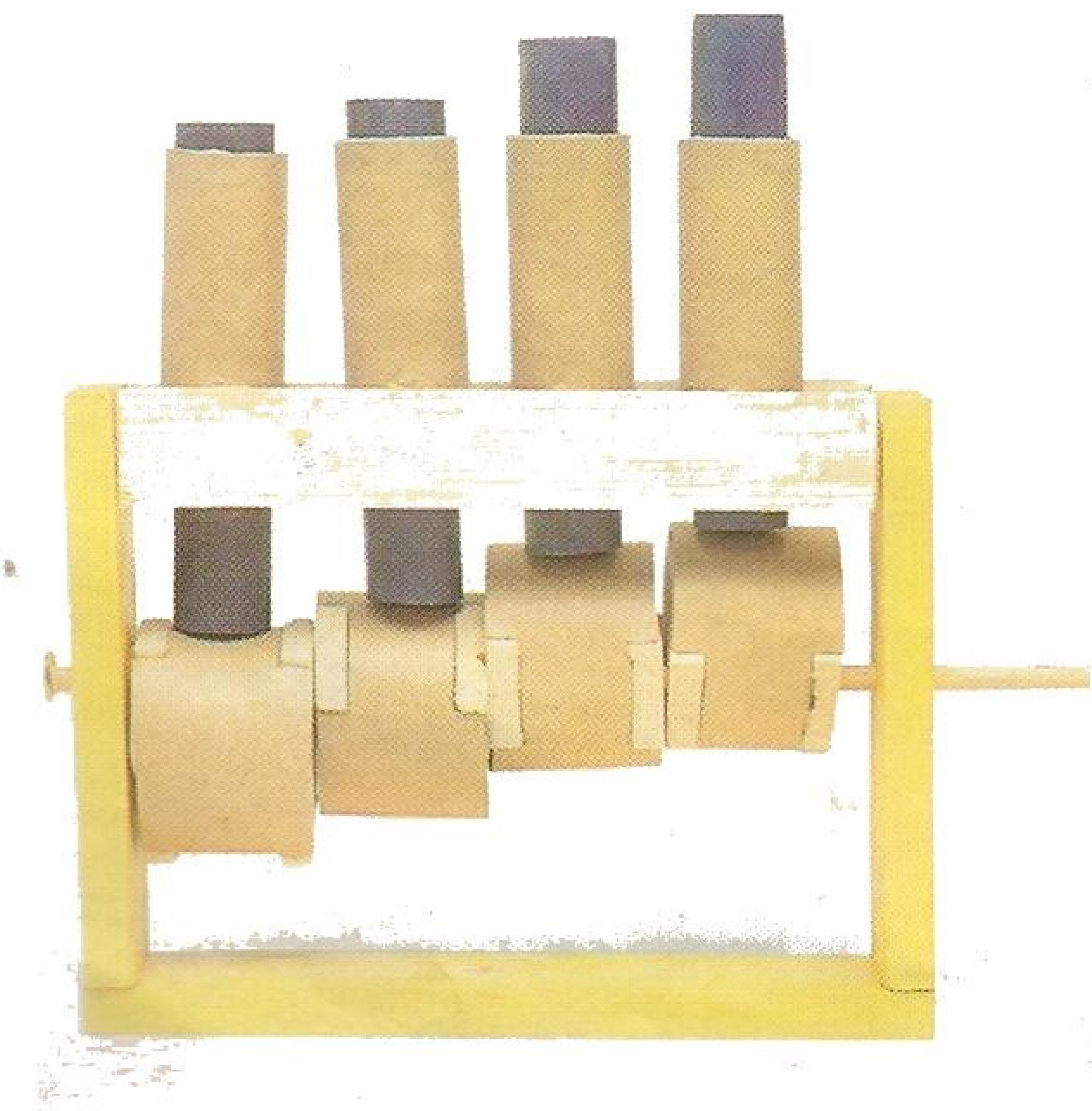
Pulley blocks – البكّارة: قطعة خشب تثبت فيها مجموعة من البكرات لرفع ثقل كبير بجهد قليل.

Range – مجال الرمي: المسافة التي تقطعها القذيفة من مكان انطلاقها إلى هبوطها.

Rotate – يدور: الحركة الدائرية مثل دوران العجلة حول محورها.

Sprocket – العجلة المسننة: عجلات مسننة، متصلة ببعضها بواسطة سلسلة تدوير.

Trajectory – المسار المنحني: المسار المنحني الذي تسلكه القذيفة وهي تنطلق في الهواء.



سلسلة

كيف تعمل!

إن استكشاف العلوم هو جزء مهم من عملية التعرف إلى عالمنا الحديث. وسلسلة **كيف تعمل !** تقدم منهاجاً جديداً لفهم العلوم عن طريق ممارسة التطبيقات والاختبارات العلمية.

وهذه السلسلة الحائزة على جائزة التأليف العلمي من الجمعية الفيزيائية الأميركية، تؤمّن للناشئة وسيلة شيّقة لاستيعاب المفاهيم العلمية الصعبة الفهم، عن طريق تطبيق مشاريع علمية ترسخ مبادئها في عقولهم بطريقة سهلة ومحببة وتندرج تحت الشعار الذي تبنته السلسلة:

ثقافة علمية عن طريق الممارسة

صدر من هذه السلسلة:



-518-6
5183

الدار العربية للعلوم
Arab Scientific Publishers

TWO CAN